

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

MARCIO ROBERTO DE LIMA

**ANÁLISE TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE
ANCORAGEM DEFINITIVA NAS COBERTURAS DE EDIFÍCIOS
RESIDENCIAIS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

MARCIO ROBERTO DE LIMA

**ANÁLISE TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ANCORAGEM
DEFINITIVA NAS COBERTURAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**

Monografia apresentada ao Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Área de Concentração: Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara

CURITIBA

2017

MARCIO ROBERTO DE LIMA

**ANÁLISE TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ANCORAGEM
DEFINITIVA NAS COBERTURAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**

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

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara (orientador)

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba

2017

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

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e saúde.

Agradeço a minha esposa Suelen pelo apoio.

Agradeço em especial também ao profº Massayuki Mário Hara orientador pelas informações e apoio necessário.

RESUMO

Esta pesquisa tem por objetivo analisar as condições para trabalhos em altura em condomínios residenciais na região de Curitiba-PR com foco nas ancoragens definitivas. Apresenta os conceitos legais que comprovam a obrigatoriedade das ancoragens definitivas em edificações bem como as formas de fixação e utilização desses dispositivos. Apresenta ainda uma sistemática de cálculo e projeto das ancoragens definitivas com base nas normas vigentes. Complementado por uma pesquisa de campo, o estudo verificou, por meio de aplicação de questionário aplicado aos síndicos de condomínios, que itens importantes de segurança para trabalho em altura não foram observados durante a construção e manutenção dessas edificações. Traz como resultado do estudo um roteiro para análise das cargas envolvidas, critérios para atendimento dos requisitos normativos e escolha dos materiais para execução das ancoragens definitivas.

Palavras-Chave: Trabalho em Altura. Ancoragem Definitiva. Projeto de Ancoragem Definitiva.

ABSTRACT

This research aims to analyze the conditions for work in height in residential condominiums in the region of Curitiba-PR with focus on the definitive anchorages. It presents the legal concepts that prove the mandatory of the definitive anchorages in buildings as well as the forms of fixation and use of these devices. It also presents a systematic calculation and design of the definitive anchorages based on the current norms. Complemented by a field survey, the study verified, through a questionnaire applied to the condominium syndics, that important safety items for work at height were not observed during the construction and maintenance of these buildings. It brings as a result of the study a script for the analysis of the loads involved, criteria for meeting the normative requirements and choice of materials for the execution of the definitive anchorages.

Keywords: Working at Height. Anchoring Definite. Design.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de multa pela NR 28.....	20
Tabela 2 - Inspeções e acidentes em 2016.....	21
Tabela 3 - Requisitos De Espaçamentos Mínimos Entre Chumbadores e Entre Chumbadores E Apoios Ou Chumbadores E Bordas.....	35
Tabela 4 - Catálogo de Fornecedor para Escolha da Haste Roscada.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo Do <i>Check List</i> Aplicado nos Condomínios.....	42
--	----

LISTA DE SIGLAS

NR's	Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho
NR 18	Norma Regulamentadora nº18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
NR 28	Norma Regulamentadora nº28: Fiscalizações e Penalidades
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C.S.	Coeficiente de Segurança

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhe de ancoragem tipo-A.....	22
Figura 2 - Exemplos de Dispositivos Tipo B.....	23
Figura 3 - Exemplo de Ancoragem Tipo D.....	24
Figura 4 - Exemplo de fixação por expansão.....	25
Figura 5 - Exemplo de Fixação por Adesão.....	26
Figura 6 - Exemplo de Fixação por Acomodação.....	26
Figura 7 - Exemplo de Fixação por Reação.....	27
Figura 8 - Exemplo de Fixação por Interferência.....	27
Figura 9 - Exemplo de Fixação por Interferência.....	31
Figura 10 - Esforço de Cisalhamento em Ancoragem Definitiva.....	31
Figura 11 - Esforço de Flexão em Ancoragem Definitiva.....	32
Figura 12 - Esforço Combinado de Tração e Flexão em Ancoragem Definitiva.....	32
Figura 13 - Critério de Instalação de Ancoragem Definitiva.....	34
Figura 14 - Curva Gráfica Tensão x Deformação.....	36
Figura 15 - Estratégia de validação do modelo.....	37
Figura 16 - Modelo de Aplicação do Questionário Diagnóstico em Condomínio.....	38
Figura 17 - Fachada do Condomínio-A	39
Figura 18 - Fachada do Condomínio-B.....	40
Figura 19 - Fachada do Condomínio-C.....	41
Figura 20 - Posicionamento Preliminar de Ancoragens Definitivas no Condomínio A.....	44

Figura 21 - Posicionamento Preliminar de Ancoragens Definitivas no Condomínio	
A.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVAS	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 O QUE DIZEM AS LEIS SOBRE GESTÃO DA SEGURANÇA EM TRABALHO EM ALTURA EM CONDOMÍNIOS.....	16
2.2 ANCORAGEM DEFINITIVA	19
2.2.1 Tipos De Ancoragem Definitiva.....	21
2.2.2 Formas De Fixação Das Ancoragens Definitivas.....	25
2.2.3 Exemplo De Aplicações	28
2.2.4 Tipos de Bases Para Ancoragem Definitiva.....	28
2.2.5 Ensaio Normativos Para Ancoragem Definitiva.....	28
2.3 EPI PARA TRABALHO EM ALTURA	29
2.4 RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS.....	30
2.4.1 Reações	30
2.4.2 Carregamentos	31
2.4.3 Critérios de Instalação.....	31
2.4.4 Fator De Segurança	35
2.4.5 Diagrama Tensão-Deformação	36
3 METODOLOGIA	37
3.1 Metodologia: Estudo de Caso.....	37
3.2 Classificação da pesquisa.....	41
3.3 Coleta de dados.....	41
4 RESULTADOS	42
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	42

4.2 POSICIONAMENTO DOS PONTOS DE ANCORAGEM DEFINITIVA.....	43
4.3 SISTEMÁTICA DO PROCESSO DE CÁLCULO.....	43
4.3.1 Validação da Disposição dos Pontos De Ancoragem	43
4.3.2 Fator De Queda	45
4.3.3 Levantamento do Peso Total do Sistema.....	46
4.3.4 Cálculo Da Força De Frenagem Ou Impacto	46
4.3.5 Cálculo Da Força De Tração e Cisalhamento.....	47
4.3.6 Escolha do Tipo de Fixação e do Chumbador.....	48
4.3.7 Verificação do Coeficiente de Segurança.....	49
4.3.8 Lista de Materiais Para Instalação das Ancoragens Definitivas.....	50
5 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento significativo de edificações prediais nos grandes centros urbanos devido ao crescimento expressivo do mercado imobiliário nos últimos anos, cresceu também a necessidade de manutenção em fachadas de edifícios, conforme prescreve a NBR 15575-1, Edificações Habitacionais - Desempenho, 2013. No entanto, o desconhecimento das leis brasileiras, civil e criminal, e das normas técnicas vigentes por parte de síndicos, administradoras de condomínios e construtores tem refletido diretamente no número de acidentes, envolvendo trabalho em altura, de trabalhadores da construção civil.

A ancoragem definitiva prevista na NR 18 (BRASIL, NR-18, 2011) é o dispositivo necessário e obrigatório no qual todas as edificações acima de 04 (quatro) pavimentos devem possuir para serviços de manutenção, limpeza e conservação de fachadas. A instalação de uma ancoragem definitiva requer uma série de cálculos e especificações de materiais a serem utilizados. Ela deve constar no projeto estrutural e ser de material inoxidável.

O foco desta pesquisa então é apresentar os requisitos normativos e procedimentos de cálculos nos projetos de instalação de ancoragens definitivas em condomínios residenciais, bem como analisar através de *checklist* as condições que condomínios residenciais estão em relação aos requisitos mínimos de segurança em para trabalhos em altura.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo principal analisar a implantação de sistema de ancoragem definitiva nas coberturas de condomínios.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Avaliar se os condomínios residenciais na região de Curitiba/PR estão atendendo os requisitos de ancoragem definitiva quanto a existência de ancoragem definitiva. Além disso:
- A aplicar um checklist da NR 18 e NR 35 para verificar especificamente as condições de ancoragem para cordas e cabos de aço de equipamento de segurança, como balancins e cadeira suspensa, que futuros trabalhadores encontrarão quando chegar o momento de fazer serviços de reparos/manutenção nas fachadas em edifícios residenciais.
 - Desenvolver uma metodologia de cálculo dos pontos de ancoragem com base nas normas vigentes.

1.2 JUSTIFICATIVAS

A decisão de desenvolver um estudo específico sobre ancoragem definitiva em condomínios residenciais é por conta dos alarmantes números de mortes com trabalhadores na construção civil envolvendo queda em altura. A queda em altura é considerada uma das três principais causas de morte no setor da Construção Civil.

As construtoras e posteriormente os condomínios devem garantir a esses trabalhadores condições mínimas de segurança para serviços de limpeza e manutenção de fachadas bem como todos os demais tipos de serviços necessários em um condomínio. O serviço em altura é um trabalho de alto risco, e muitas vezes são executados por profissionais com pouca ou nenhuma instrução das normas de segurança sob a convicção de construtores, síndicos e empresas de engenharia que atuam especificamente na conservação de fachadas prediais.

O custo de implantação de um sistema de ancoragem definitiva é facilmente absorvido durante a construção de um edifício. Esse seria o momento ideal para se prever e executar esses dispositivos, pois o síndico deveria receber o sistema pronto da parte do construtor. Quando isso não ocorre, o condomínio se obriga a garantir a segurança dos trabalhadores contratados para execução de serviços em fachada, pois em caso de acidente com o trabalhador, o síndico pode responder civil e criminalmente perante a lei como representante legal do condomínio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O QUE DIZEM AS LEIS SOBRE GESTÃO DA SEGURANÇA EM TRABALHO EM ALTURA EM CONDOMÍNIOS:

A vida em condomínio requer organização, disciplina e liderança dos condôminos e dos assuntos pertinentes ao condomínio para se ter um bom convívio. Essa liderança normalmente é vista na figura do síndico que, ao tomar posse, assume compromissos e responsabilidades previstas em leis vigentes no país. (CÓDIGO CIVIL; LEI Nº 10.406/2002, Art. 186 Art 1438-v). Entre essas responsabilidades está a responsabilidade civil que emana do Código Civil Brasileiro diz que:

“Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito. “ (CÓDIGO CIVIL; LEI Nº 10.406/2002, Art. 186)

Em relação à segurança do trabalho, é importante destacar em primeiro lugar o que são as NR, (Normas Regulamentadoras), são normas estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Elas foram introduzidas pela Lei 6.514/1977 (BRASIL, Lei 6514/77, Congresso Nacional), a qual alterou o Capítulo V, Título II, da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. As Normas Regulamentadoras foram aprovadas pela Portaria 3.214/1978 (BRASIL, Portaria n.º 3.214/78, Ministério do Trabalho e Emprego).

A ideia em torno das NR's é para dar um formato final nas leis de Segurança do Trabalho. Apresenta-se em capítulos para facilitar o entendimento e unifica todas as normas relativas à segurança do trabalho no Brasil. Alguns conceitos legais são importantes nessa questão jurídica:

*“A **imprudência** é violar as regras de boa conduta agindo pelo imponderado. É tomar a decisão de errar sabendo que esta agindo errado. **Imperícia** é a incapacidade, a falta de habilidade específica para a realização de uma atividade técnica ou científica, não levando o agente em consideração o que sabe ou deveria saber. **Negligência** é o termo que designa falta de cuidado ou de aplicação numa determinada situação, tarefa ou ocorrência. É frequentemente utilizado como sinónimo dos termos "descuido", "incúria", "desleixo", "desmazelo" ou "preguiça". Em um condomínio quando o síndico assume um desses comportamentos ele passa a assumir o risco de ser considerado negligente ou imprudente em um eventual processo contra o condomínio. “ (CAPEZ, 2008 p.45)*

Uma vez assumido o risco de ser penalizado, complementa-se essa questão com o art. 927 do Código Civil:

“Da Obrigação de Indenizar: Aquele que, por ato ilícito, causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.” (CÓDIGO CIVIL; LEI Nº 10.406/2002, Art. 927)

A responsabilidade civil é a aplicação de medidas que obriguem uma pessoa a reparar dano moral ou patrimonial causado a terceiros, em razão de ato por ela mesma praticado, por pessoa por quem ela responde, por alguma coisa a ela pertencente ou de simples imposição legal. A reparação representa meio indireto de desenvolver-se o equilíbrio as relações privadas, obrigando-se o responsável a agir, ou a dispor de seu patrimônio para a satisfação do direito dos prejudicados (DINIZ, 2003).

A seguir os pressupostos da reponsabilidade civil segundo o Código Civil de 2002:

Ação: *A responsabilidade civil pressupõe um dano, que deve ser certo e determinado. Omissão: Ato ilícito como ação ou omissão voluntária, negligência, ou imprudência que viola direito ou causa prejuízo a outrem. A pessoa que não age quando poderia e com isso permite que alguém diante de um risco ou uma situação venha a sofrer um dano ao patrimônio ou uma lesão a si própria.*

Nexo Causal: *Quando há nexo de causalidade entre o dano e a ação, ou seja, o vínculo entre a ação e o dano (violação ao direito). A conduta praticada pelo agente infrator esta relacionada pelo dano que a vítima sofreu, se a resposta for sim, logo o agente causador responde pelo dano que causou a vítima, tendo que indenizar a vítima reparando seu erro, seja dano de ordem material ou imaterial.*

Culpa: *Só pode existir a obrigação de indenizar quando ficar provado que o agente causador a cometer o dano fez com culpa (dolo). (C.C., 2002, art.927)*

Se não existir um nexo da conduta, seja por ação ou omissão, não existe a responsabilidade direta. A responsabilidade civil e criminal do síndico só vai existir quando o resultado estiver ligado em sua ação ou omissão que contribui para ocorrência do fato (CÓDIGO CIVIL; LEI Nº 10.406/2002, Art. 927). Em relação às obrigações do síndico pelo Código Civil pode-se destacar:

*Compete ao síndico: V - **diligenciar** a conservação e a **guarda** das partes comuns e **zelar** pela prestação dos serviços que interessem aos possuidores; (CÓDIGO CIVIL; LEI Nº 10.406/2002; Art..1348)*

A partir do momento que o síndico é eleito ele passa a ter uma obrigação legal, a de diligenciar a conservação e guarda das áreas comuns. O síndico responder civil e criminalmente, pois não diligenciar a conservar imputa a ele a autoria do ato, pois a omissão do síndico em não conservar as áreas comuns é penalmente relevante (CÓDIGO PENAL, 1940, art.13). A obrigação de cuidado é do síndico e ele deve concorrer para evitar possíveis acidentes dentro do condomínio.

Observa-se ainda pelo Código Penal:

*Art. 13.. - O resultado, de que depende a existência do crime, somente é imputável a quem lhe deu causa. **Considera-se causa a ação ou omissão sem a qual o resultado não teria ocorrido.***

Relevância da omissão

*2º - **A omissão é penalmente relevante** quando o emitente devia e podia agir para evitar o resultado. O dever de agir incumbe a quem:*

a) tenha por lei obrigação de cuidado, proteção ou vigilância;

b) de outra forma, assumiu a responsabilidade de impedir o resultado;

c) com seu comportamento anterior, criou o risco da ocorrência do resultado. (CÓDIGO PENAL, 1940, art.13)

Dentro das dependências do condomínio o síndico pode e deve exigir de funcionários e terceirizados adequações nos quesitos de segurança e funcionalidade da edificação sob pena de ser considerado negligente (CÓDIGO CIVIL; LEI Nº 10.406/2002, Art. 927).

. Vale ressaltar ainda o que diz a Lei 4657/42:

“Ninguém se escusa de cumprir a lei, alegando que não a conhece” (LEI Nº4657; INTRODUÇÃO AS NORMAS DO DIREITO BRASILEIRO/1942; art.3)

Sobre a questão do desconhecimento da lei, o Código Penal complementa com o seguinte:

“Ninguém pode alegar o desconhecimento da lei para justificar um ato ilícito”
(CÓDIGO PENAL, 1940, art.21)

Desta maneira o condomínio ao eleger um síndico como seu representante, fica sujeito a toda legislação em vigor. Portanto, não observar os dispositivos de ancoragem definitiva pode caracterizar omissão do síndico e acarretar em responsabilidade civil e criminal contra o condomínio ou até a própria pessoa do síndico/administrador, além de multas previstas pelo Ministério do Trabalho.

2.2 ANCORAGENS DEFINITIVAS

A atividade de limpeza e conservação de fachadas de edifícios é considerada uma atividade da Indústria da Construção Civil conforme Quadro I da NR-4 (BRASIL, 2015). Segundo a NR 18 item 18.15.56 (BRASIL, 2011) as edificações com no mínimo quatro pavimentos ou altura de 12 (doze) metros, a partir do nível do térreo, devem possuir previsão para a instalação de dispositivos destinados à ancoragem de equipamentos de sustentação de andaimes e de cabos de segurança para o uso de proteção individual, a serem utilizados nos serviços de limpeza, manutenção e restauração de fachadas.

Essas ancoragens devem estar dispostas a atender todo o perímetro da edificação, suportar uma carga pontual de 1.500kgf, constar no projeto estrutural e ser constituído de material resistente as intempéries, como aço inoxidável ou material com características equivalentes (BRASIL, 2011).

O dispositivo de ancoragem é feito para sustentar a força máxima dinâmica gerada em uma queda de altura pela queda das pessoas incluindo qualquer equipamento carregado NBR 16325-1 (ASSOCIAÇÃO..., 2015). A NR-28 (BRASIL, 2016) Anexo I-A estabelece ainda critérios de multas quando os itens da Norma não são observados pelo empregador conforme simulação da tabela 1:

Tabela-1: Multa por cada item descumprido da NR 18 sobre ancoragem definitiva

NR 18	Descrição Resumida	Multa Prevista	Num. Empregados	
			até 10	11 a 25
18.15.56.1	Necessidade de ancoragem definitiva	C=218.511-3/I=4/T=S	R\$2.548,27	R\$3.042,95
18.15.56.2a	dispostos a atender todo perímetro	C=218.512-1/I=4/T=S	R\$2.548,27	R\$3.042,95
18.15.56.2b	suportar carga 1.500kg	C=218.512-1/I=4/T=S	R\$2.548,27	R\$3.042,95
18.15.56.2c	constar no projeto estrutural	C=218.512-1/I=4/T=S	R\$2.548,27	R\$3.042,95
18.15.56.2d	material resistente a intempéries	C=218.512-1/I=4/T=S	R\$2.548,27	R\$3.042,95
18.15.56.3	Pontos ancoragem independentes	C=218.513-0/I=4/T=S	R\$2.548,27	R\$3.042,95

Fonte: BRASIL, (2015)

A falta de ancoragem definitiva para trabalho em altura pode acarretar em muitos acidentes. A queda em altura está associada, no Brasil, com aproximadamente 40% dos acidentes de trabalho registrados (REVISTA PROTEÇÃO, 2012) e com cerca de 25% das causas de morte decorrentes de acidentes. (BRASIL, Previdência Social, M.T.E. 2011)

Em 2006 a Agência de Estatísticas Laborais (BUREAU OF LABOR STATISTICS, 2006) registrou 809 quedas fatais, atingindo o terceiro maior valor desde 1992, quando o censo de fatalidade teve início. Dasquelas, 184 quedas fatais foram decorrentes de trabalhos em telhados (HONEYWELL, 2012,). Em relação ainda aos acidentes ocorridos na indústria da construção civil, constata-se que o número permanece elevado ainda em 2016 conforme informações no site do Ministério do Trabalho apresentado na tabela 2:

Tabela-2: Registro de Inspeções realizadas pelo M.T.E.

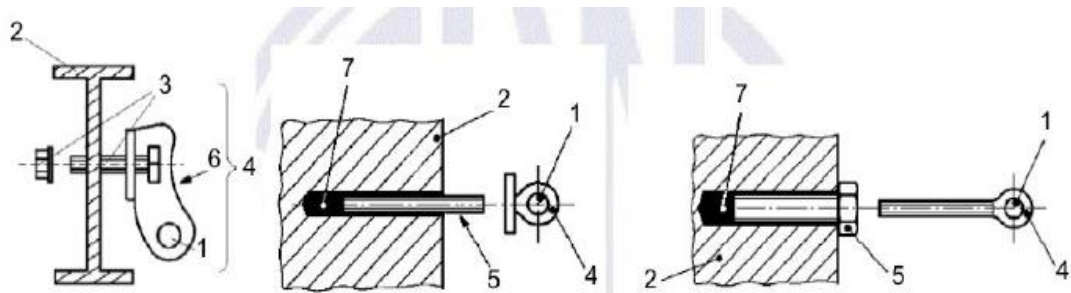
Total Inspeções Realizadas em Segurança e Saúde no Trabalho - Brasil								
Por divisão CNAE (ações com mínimo de 05 ementas de NR-SST)								
Janeiro a Julho								
DIVISAO	Descrição	Ações Fiscais	Trabalhadores alcançados	Notificações *	Autuações **	Embargos / Interdições	Acidentes analisados	
41	CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	5.256	338.154	2.270	13.686	1.009	88	2016
42	OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA	656	172.402	218	1.902	50	38	
TOTAL		24.779	3.581.817	23.275	42.403	1.883	564	

Fonte: Ministério Do Trabalho, 2016.

2.2.1 TIPOS DE ANCORAGEM DEFINITIVA

Existem, no Brasil, quatro tipos de dispositivos de ancoragem previstos para conexão de equipamentos de proteção individual contra quedas. A NBR 16325 (ASSOCIAÇÃO..., 2015) define os critérios e ensaios cada tipo de ancoragem definitiva. Começando pelos dispositivos do tipo-A, que são dispositivos de ancoragem a serem fixados em uma estrutura por meio de uma ancoragem estrutural ou de um elemento de fixação.

Pela NBR 16325 (ASSOCIAÇÃO..., 2015) verifica-se uma maneira mais detalhada conforme mostra figura 1:



Legenda

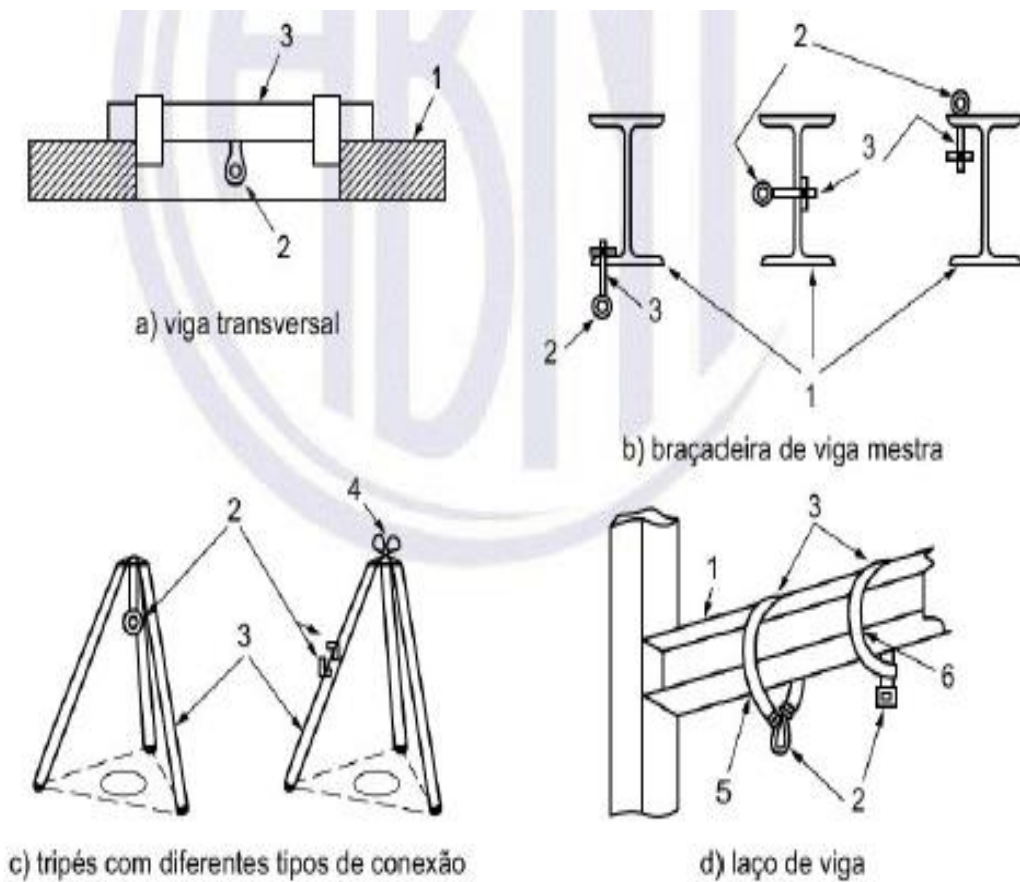
- 1 ponto de ancoragem
- 2 estrutura (não faz parte do dispositivo de ancoragem)
- 3 elemento de fixação
- 4 dispositivo de ancoragem (Tipo A1)
- 5 ancoragem estrutural (não faz parte do dispositivo de ancoragem)
- 6 elemento
- 7 fixação permanente (por exemplo, resina)

Figura 1: Detalhes Fixação Ancoragem Tipo A

Fonte: ABNT, 2015

Existem ainda dispositivos próprios para atividades em telhados inclinados, chamados de dispositivos do tipo-A2. Estes mantêm as características das ancoragens tipo-A, sendo fixados normalmente a estruturas da cobertura.

Os dispositivos do tipo-B são aqueles dispositivos considerados transportáveis, mas com seus pontos de ancoragem estacionários. Estes dispositivos são designados para serem transportados até o local de sua utilização, porém uma vez instalados, estes devem ficar estacionados. Como exemplo, pode-se pensar em um tripé para espaço confinado. Quando este dispositivo está desmontado, pode-se transportá-lo até o local de entrada, e uma vez instalado, ele não se moverá mais, criando um ponto de ancoragem estável. Este tipo de dispositivo é interessante por ser o que mais permite inovações por parte dos fabricantes. O Brasil tem no mercado diversos tipos de dispositivos de ancoragem que se enquadram no tipo-B. Como exemplo, pode-se citar os de tripés, fitas anéis, eslingas, estropos, pega-Vigas, olhais transportáveis para concreto e metálica, e muitos. Exemplos na figura 2:



Legenda

- 1 estrutura
- 2 ponto de ancoragem
- 3 dispositivo de ancoragem (tipo B)
- 4 polia-guia para linha ancorada na perna
- 5 laço de viga-mestra
- 6 engate por estrangulamento

Figura 2: Exemplos de Dispositivos Tipo B

Fonte: ABNT, 2015

Já as ancoragens tipo-C por sua vez possuem uma norma específica, a NBR-16325-2. Referem-se aos dispositivos de ancoragem utilizados em linhas de vida horizontais, que não desviem deste plano em mais de 15°, quando medido entre as

ancoragens de extremidade e/ou intermediárias em qualquer ponto de sua extensão. Quando o comprimento da linha de vida for maior que 15 metros, deverá obrigatoriamente ser usada ancoragem intermediária para diminuir a tensão e flecha do cabo de aço em uma possível queda. As ancoragens do tipo-C podem ser classificadas em linhas de vida temporárias e linhas de vida permanentes. As permanentes como já se subentende, não são instaladas com o objetivo de serem removidas. Já as temporárias, estas sim têm o objetivo de serem transportadas e instaladas diversas vezes e utilizadas por curtos períodos de tempo.

O dispositivo de ancoragem do tipo-D, trata-se de uma linha rígida, feita com trilho de metal (aço ou alumínio), por qual se desliza um carro de translação, conhecido como trole. O EPI deve ser conectado ao trole por meio de um ponto de ancoragem. A linha de vida deve dispor de ancoragem estrutural de extremidade e intermediários. A diferença entre o tipo-C e o tipo-D é que no C a linha é feita com um cabo ou corda, sendo que o D é realizado por uma viga/trilho de metal conforme mostra figura 3:

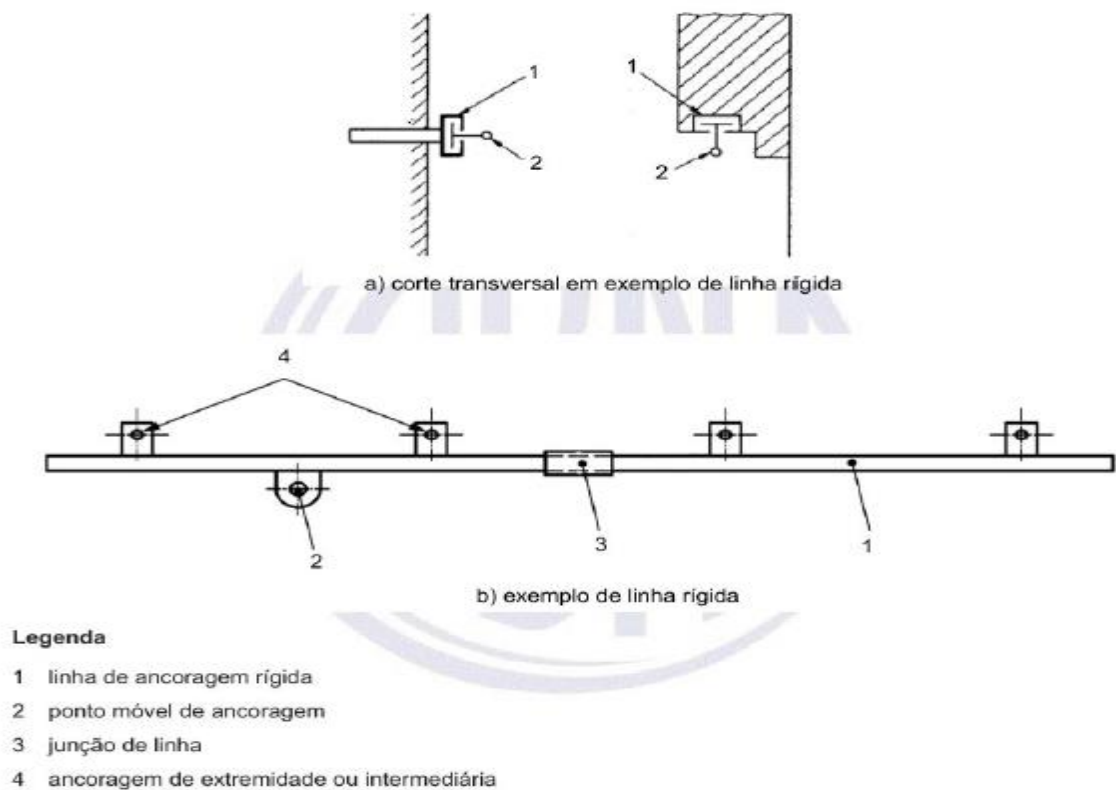


Figura 3: Exemplo de Ancoragem Tipo D

Fonte: ABNT, 2015

2.2.2 FORMAS DE FIXAÇÃO DAS ANCORAGENS DEFINITIVAS

A fixação das ancoragens definitivas é feita por meio de chumbadores, que são elementos para fixação de componentes em diversos tipos de materiais base. Existem chumbadores pré-concretagem e pós concretagem. Os pré-concretados que são aqueles inseridos antes da concretagem e submetidos a esforço somente após a cura do concreto. Os pós concretados são aqueles inseridos em uma base (concreto ou alvenaria) podendo ser chumbadores mecânicos, quando atuam por ação mecânica, ou chumbadores químicos, quando a aderência química faz parte da sua resistência (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.84).

O processo de fixação das ancoragens definitivas pode ser feito de 05(cinco) maneiras diferentes: Fixação por expansão, fixação por acomodação, fixação por reação e fixação por interferência. As figuras 04, 05, 06, 07 e 08 mostram cada uma delas respectivamente:

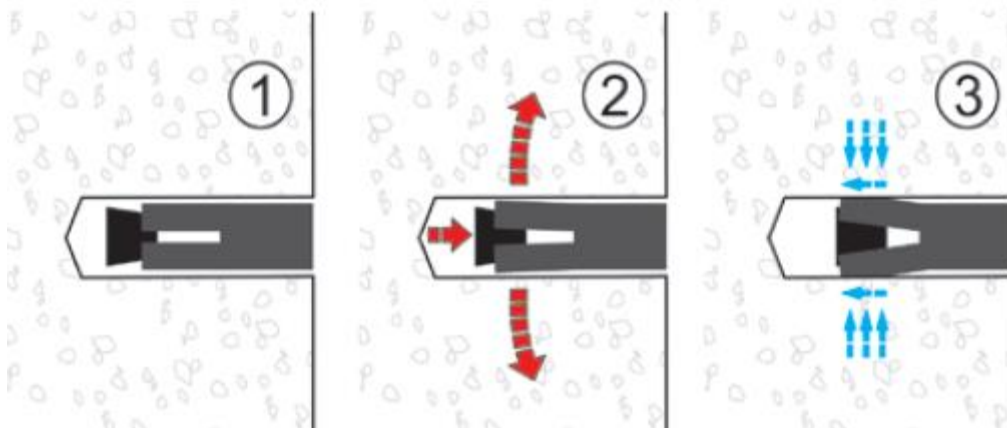


Figura 4: Exemplo de fixação por expansão

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.100)

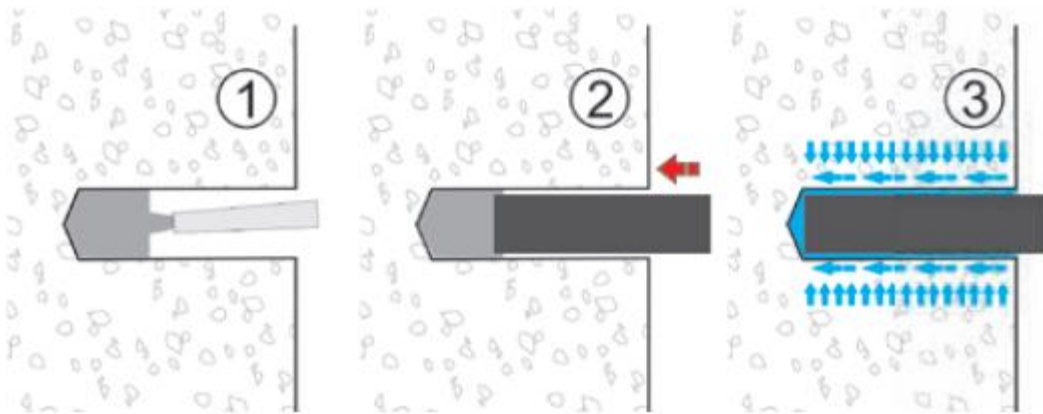


Figura 5: Exemplo de Fixação por Adesão

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.100)

A fixação por adesão é indicado para cargas mais elevadas. Caracteriza-se pela aderência da barra rosca no substrato através de um produto químico.

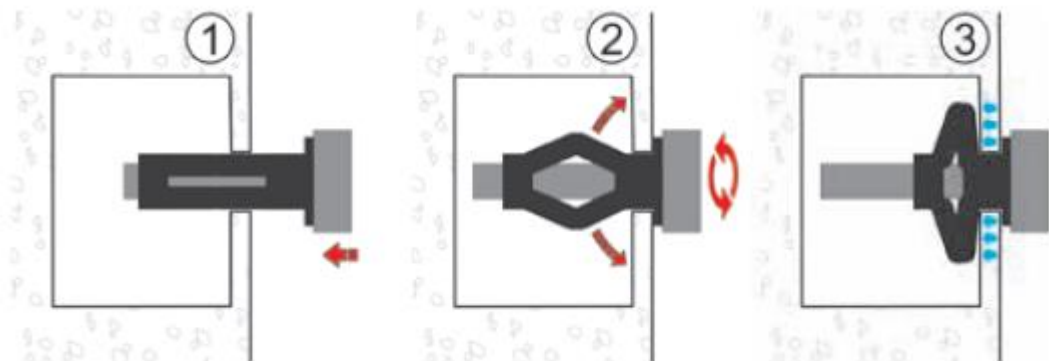


Figura 6: Exemplo de Fixação por Acomodação

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.100)

A fixação por acomodação é indicado para cargas mais leves. Caracteriza-se criação de uma base de suporte na parte oca por trás da superfície do substrato.

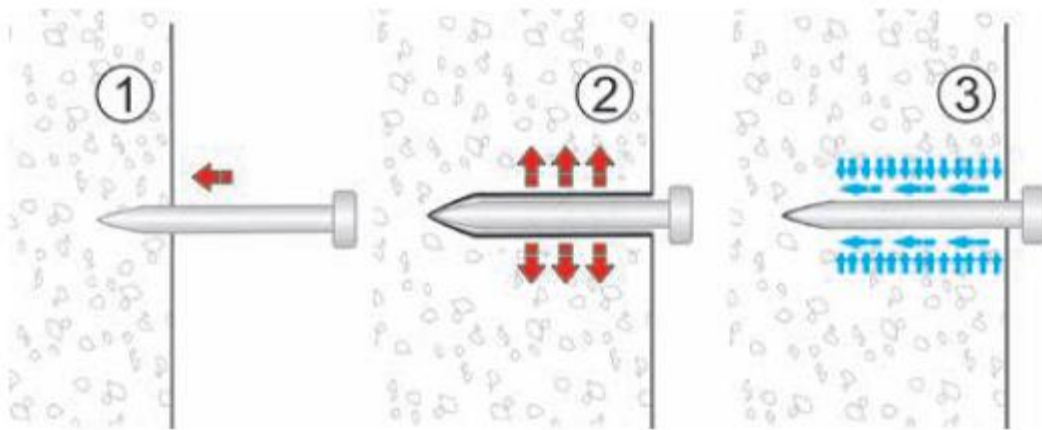


Figura 7: Exemplo de Fixação por Reação

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.100)



Figura 8: Exemplo de Fixação por Interferência

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.101)

A escolha do melhor tipo de fixação varia para cada situação e está atrelado as solicitação das cargas de trabalho, processos de montagem, tipo de material base, coeficiente de segurança, acabamento do olhal de ancoragem e aos agentes corrosivos do meio ambiente (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.101).

2.2.3 EXEMPLO DE APLICAÇÕES

Durante a vida útil de uma edificação qualquer, como por exemplo, um condomínio de prédios, é necessário fazer a manutenção e limpeza da fachada periodicamente (NBR 5764, 1999, p.3). Isso ocorre devido ao acúmulo de sujeira ao longo do tempo nos acabamentos da fachada e também quando aparecem sintomas de deterioração do material construtivo como deslocamento de revestimentos e corrosão de armaduras da estrutura do prédio.

2.2.4 TIPO DE BASES PARA ANCORAGEM DEFINITIVA

Os tipos de bases para instalação dos chumbadores de ancoragem definitiva podem variar bastante devido ao grande número de materiais utilizados na construção civil. Esses materiais podem ser de concreto, alto e baixo desempenho, alvenaria de blocos maciços, cerâmicos e de concreto. Tem-se ainda as placas e chapas de *dry wall* e cimentíceas. Para cada tipo de base existe um tipo mais adequado de chumbador (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.102)

Alguns fatores tem influência direta nas ancoragens definitivas, podendo ser necessário projetar chumbadores e olhais que possuam resistência à corrosão. A alta concentração de poluentes dispersos no ar das grandes metrópoles pode causar danos à superfície dos chumbadores tipo químico. Da mesma forma lugares com grandes quantidades de vapor de água podem interferir no processo de secagem e inviabilizar uma instalação com chumbadores tipo químico (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.103).

2.2.5 ENSAIOS NORMATIVOS PARA ANCORAGEM DEFINITIVA

A NBR 14627 (ABNT, 2002) prescreve que sejam feitos ensaios nos chumbadores como forma de atestar sua integridade e condição de segurança. Os ensaios seriam de resistência à tração e cisalhamento podendo ser realizados em laboratório ou no local onde foi instalada a ancoragem definitiva. Entre os critérios de

falhas observados, pode-se citar como exemplo, a deformação plástica ou ruptura de qualquer chumbador, ruptura no membro estrutural, escorregamento e fissura radial.

Deve ser fornecido junto com os resultados dos ensaios as características do membro estrutural, no caso de bases em concreto armado, informar as características do traço, a resistência a compressão aos 28 dias e tipo de agregado NBR 14627(ABNT, 2002).

2.3 EPI PARA TRABALHO EM ALTURA

A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento pela NR 6 (BRASIL, 2010). Cabe ao empregado responsabilizar-se pela guarda e conservação do EPI e cumprir as determinações sobre o uso adequado. Pode-se constatar uma obrigatoriedade mútua entre empregador e empregado em relação ao fornecimento e uso do EPI.

Em relação ao EPI necessário para proteção contra queda com diferença de nível, o ANEXO I da NR-6 estabelece:

1.1. CINTURÃO DE SEGURANÇA COM Dispositivo trava-queda

a) cinturão de segurança com dispositivo trava-queda para proteção do usuário contra quedas em operações com movimentação vertical ou horizontal.

1.2. Cinturão DE SEGURANÇA COM TALABARTE

a) cinturão de segurança COM TALABARTE para proteção do usuário contra riscos de queda em trabalhos em altura;

b) cinturão de segurança COM TALABARTE para proteção do usuário contra riscos de queda no posicionamento em trabalhos em altura

1.1 - Dispositivo trava-queda (Alteração dada pela Portaria SIT 292/2011)

a) *dispositivo trava-queda para proteção do usuário contra quedas em operações com movimentação vertical ou horizontal, quando utilizado com cinturão de segurança para proteção contra quedas.*

1.2 - Cinturão (Alteração dada pela Portaria SIT 292/2011)

a) *cinturão de segurança para proteção do usuário contra riscos de queda em trabalhos em altura;*

b) *cinturão de segurança para proteção do usuário contra riscos de queda no posicionamento em trabalhos em altura.*(BRASIL, NR 6 ANEXO I, 2010).

2.4 RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

2.4.1 REAÇÕES

A terceira lei de Newton, ou Princípio da Ação e Reação, diz que a força representa a interação física entre dois corpos distintos ou partes distintas de um corpo. Se um corpo A exerce uma força em um corpo B, o corpo B simultaneamente exerce uma força de mesma magnitude no corpo A, ambas as forças possuindo mesma direção, contudo sentidos contrários (HIBBLER, 2010).

Nas ancoragens definitivas ocorrem às reações de tração, cisalhamento e flexão como mostram as figuras 09, 10, 11. Quando ocorre o esforço de tração a carga é aplicada no sentido axial, perpendicularmente à superfície de corte, ou chamado de arrancamento do fixador. Já para o esforço de cisalhamento a carga é aplicada perpendicularmente ao eixo do fixador, em paralelo à superfície do material base, o chamado plano de corte. Quando ocorre o esforço de flexão a carga está desalinhada ao eixo do fixador e é aplicada a certa distância da superfície do material base.

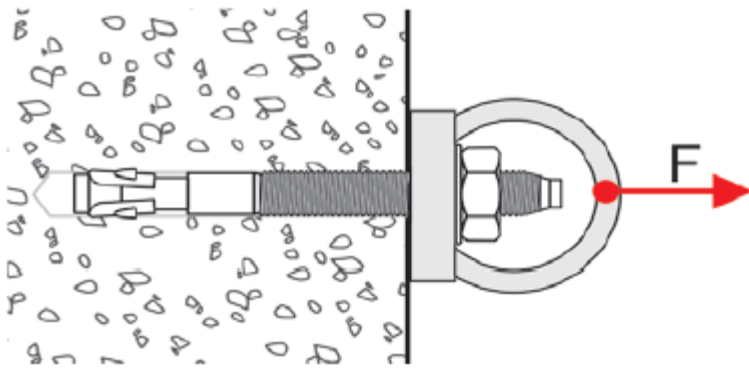


Figura 9: Exemplo de Fixação por Interferência

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.101)

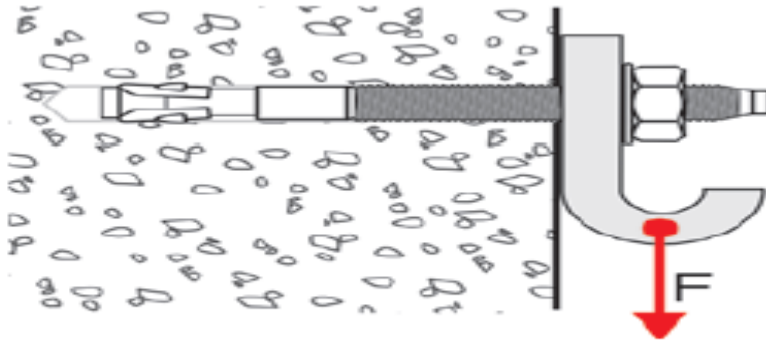


Figura 10: Esforço de Cisalhamento em Ancoragem Definitiva

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.101)

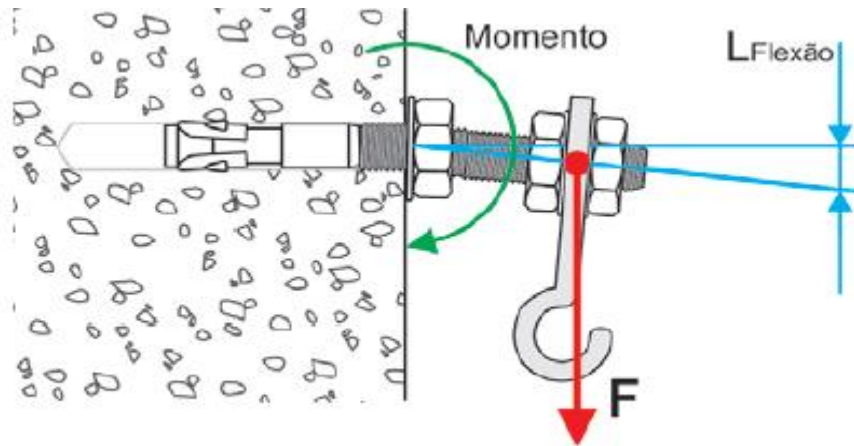


Figura 11: Esforço de Flexão em Ancoragem Definitiva

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.101)

Em alguns casos específicos as ancoragens definitivas podem estar sujeitas a um esforço combinado de tração e cisalhamento como mostra a figura 12:

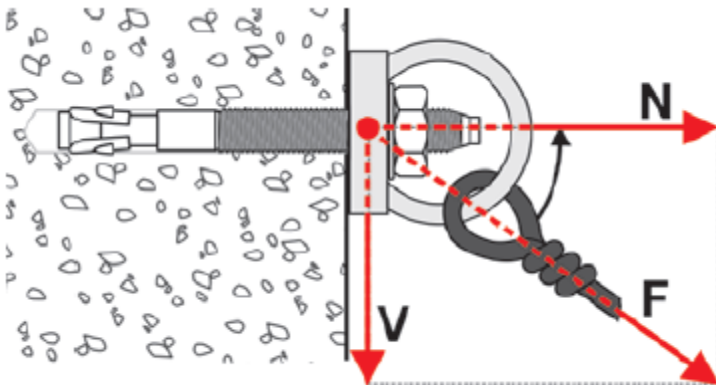


Figura 12: Esforço Combinado de Tração e Flexão em Ancoragem Definitiva

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.101)

2.4.2 CARREGAMENTOS

Existem algumas normas que tratam especificamente do limite máximo de peso que alguns EPIs para trabalho em altura devem suportar. Entre elas pode-se citar a NBR 15834 (ASSOCIAÇÃO...2010) Equipamento de proteção individual contra queda de altura – Talabarte de segurança, a NBR 14629 (ASSOCIAÇÃO...2010) Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Absorvedor de energia , a NBR 14626 (ASSOCIAÇÃO...2010) Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Trava-queda deslizante guiado em linha flexível e a NBR 14627 (ASSOCIAÇÃO...2010) Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Trava-queda. Todas essas normas incluem um ensaio de comportamento dinâmico, no qual é utilizada uma massa de ensaio de 100 kg. Com isso recomenda-se que o peso máximo de um trabalhador sujeito a queda em altura seja de 100 kg.

Na utilização das ancoragens definitivas como, por exemplo, em manutenção de fachadas prediais, utiliza-se cadeira suspensa ou andaimes suspensos conhecido no mercado como balancim. Os balancins são modulares e podem variar de 2 a 7m, sendo que um balancim comum com 3m pesa 130kg (BALANCIM, 2016). Já a cadeira suspensa pesa em torno de 17kg sem o cabo de aço (APPORT, 2016).

A carga mínima que uma ancoragem definitiva deve suportar é de 1.500kgf e deve constar em projeto estrutural (BRASIL, NR-18:15.56.2b, 2011). Existe ainda a questão da carga mínima de altura de queda de 22,5kN que os dispositivos de ancoragem definitiva devem suportar segundo (EUA, OSHAS, 1926.502d15, 1995). A NBR 14626 (ASSOCIAÇÃO...2010) recomenda ainda que força de frenagem não deve exceder 6 kN e o deslocamento da queda não deve exceder 3 metros.

2.4.3 CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO

Os materiais de base de fixação das ancoragens definitivas têm influência direta no desempenho do sistema de fixação. A ruptura do cone de concreto pode ocorrer quando as tensões de tração ultrapassam a resistência à tração do concreto.

Esse tipo de ruptura é de interesse para fins de dimensionamento, ocorrendo em ancoragens definitivas com altura de embutimento (h_{ef}) pequenas e em concretos com baixas resistências (SILVA, 2012). O arrancamento de uma superfície irregular aproximadamente cônica, que se inicia na cabeça do chumbador e se estende até o topo do concreto depende ainda de outros fatores de dimensionamento como a espessura do concreto (h), a distância da borda do elemento base estrutural (c), a distância entre os pontos de ancoragem conforme mostra figura 13 (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.104)

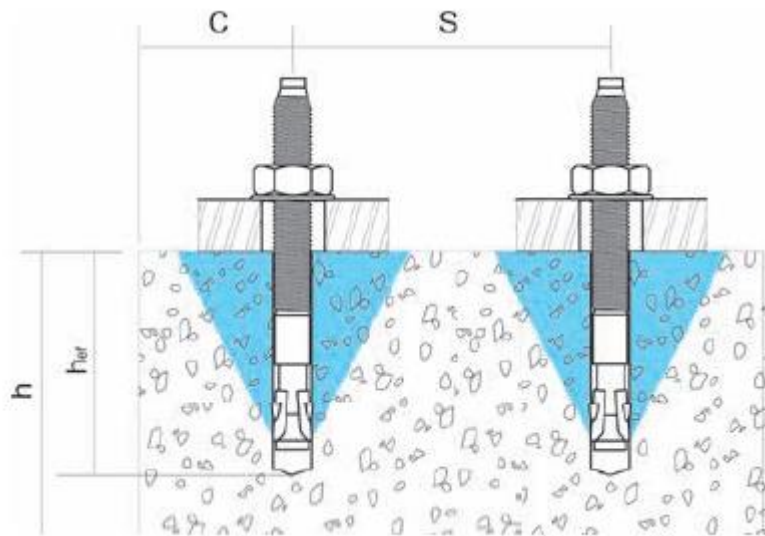


Figura 13: Critério de Instalação de Ancoragem Definitiva

Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.104)

A NBR 14827 (ASSOCIAÇÃO..., 2010) prescreve que:

“Os chumbadores devem ser ensaiados separados por distâncias iguais ou maiores do que as dadas na tabela 2. Estes valores não devem ser entendidos como obrigatórios para projetos. Para chumbadores de adesão química, estes valores ainda podem ser mais reduzidos, desde que os chumbadores tenham embutimento igual ou maior do que 20 diâmetros do chumbador. Chumbadores em grupos de dois ou mais, com espaçamentos menores do que os especificados, devem ser ensaiados como indicado em 8.3, a fim de estabelecer fatores de redução, com relação a resultados de ensaios obtidos, respeitando a referida tabela 3”.(BRASIL, NBR14287, p.6, 2002).

Tabela-3: Requisitos De Espaçamentos Mínimos Entre Chumbadores e Entre Chumbadores E Apoios Ou Chumbadores E Bordas.

Chumbadores de adesão química		Todos os demais chumbadores	
Espaçamento mínimo entre chumbadores ou entre apoios	Distância mínima entre chumbador e borda ou entre chumbador e apoios	Espaçamento mínimo entre chumbadores ou entre apoios	Distância mínima entre chumbador e borda ou entre chumbador e apoios
Cargas de tração			
2,0 h _{ef}	1,0 h _{ef}	4,0 h _{ef}	2,0 h _{ef}
Cargas de cisalhamento			
4,0 h _{ef}	2,0 h _{ef}	4,0 h _{ef}	2,0 h _{ef}

FONTE: ABNT (2002).

2.4.4 FATOR DE SEGURANÇA

Segundo PIRES (2014, p.36), a segurança de uma estrutura é garantida quando no dimensionamento de um projeto de ancoragem definitiva observa a tensão admissível (σ admissível) seja sempre menor que a tensão de ruptura (σ ruptura). O fator de segurança (F_s) é justamente essa relação $F_s = \sigma \text{ ruptura} / \sigma \text{ admissível}$ e deve ser sempre maior do que 1(um). Observa-se porém que, segundo a OSHA (1996), o fator de segurança mínimo que deve se adotar para dimensionamento de ancoragens definitivas é 2(dois) e deve ter supervisão de profissional qualificado.

A escolha de um coeficiente de segurança está ligada ao grau de incerteza necessário ao projeto, ou mesmo na aplicação de um determinado produto. Além disso, deve-se levar em conta diversos fatores e variáveis como, por exemplo, a possibilidade de modificações nas propriedades químicas e mecânicas dos materiais empregados, número de vezes em que a carga é aplicada durante a vida útil da estrutura ou máquina, tipo de carregamento para o qual se projeta (estático ou

dinâmico), ou que poderá atuar futuramente, incertezas quanto à resistência do material base em que será desenvolvida a ancoragem. Pode-se considerar ainda possíveis falhas na aplicação dos materiais e o tipo de ruptura mais provável de ocorrer (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.103).

2.4.5 DIAGRAMA TENSÃO-DEFORMAÇÃO

A curva tensão-deformação é uma descrição gráfica do comportamento da deformação de um material sob carga de tração uniaxial. A curva é obtida no chamado ensaio de tração conforme mostra a figura 14. O diagrama tensão-deformação é executado num corpo de prova padronizado, tendo como dimensões originais, a secção transversal (A_0) e o comprimento (L_0). A tensão considerada no diagrama é força aplicada (P) na secção transversal original (A_0). Para o cálculo da tensão é utilizado a equação (1):

$$\sigma = P/A_0 \quad \text{Equação (1)}$$

Já para o cálculo da deformação, utiliza-se a leitura do extensômetro, ou pela divisão da variação de comprimento (ΔL) pelo comprimento original (L_0).

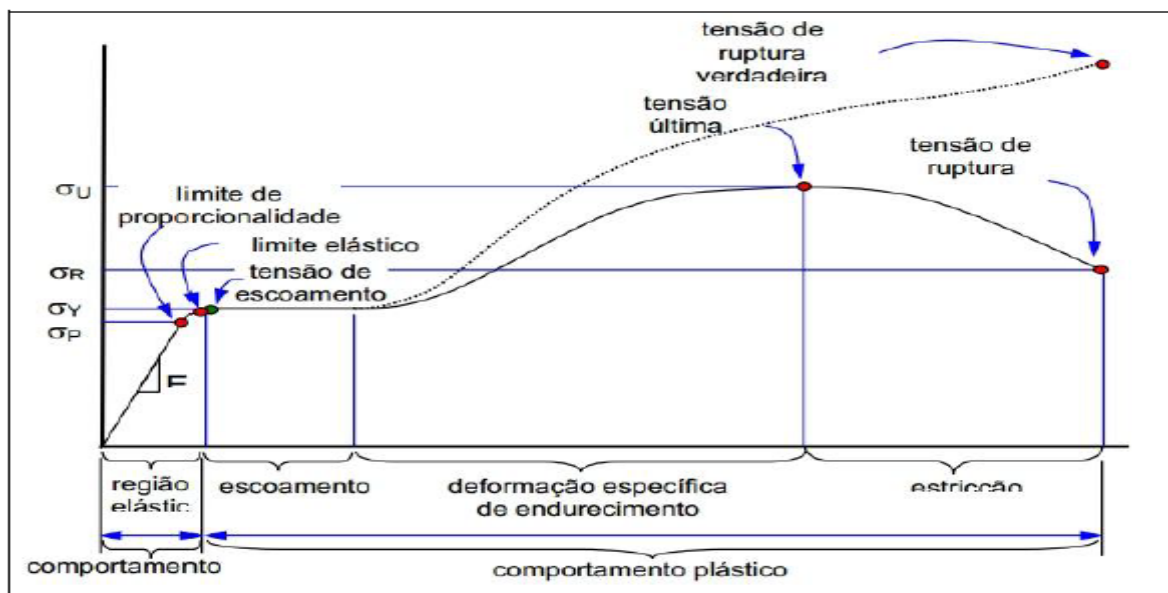


Figura 14: Curva Gráfica Tensão x Deformação

Fonte: HIBBLER, 2010.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho, será descrito também de que maneira a pesquisa foi elaborada e as técnicas que foram utilizadas.

3.1 METODOLOGIA: ESTUDO DE CASO

A metodologia utilizada neste trabalho é o Estudo de Caso. Foram escolhidos três condomínios residências brasileiros, onde se aplicou um *checklist* conforme figura 22, para verificação dos requisitos mínimos de segurança para trabalho em altura. Inicialmente foi realizado um primeiro contato com os síndicos desses condomínios para alinhar os interesses entre pesquisador e condomínio. Após a liberação para acessar o condomínio, buscou-se diagnosticar as reais condições de segurança para trabalhos em altura relacionados a serviços de manutenção, limpeza e conservação das fachadas.

Concluída a etapa de diagnóstico dos condomínios e a efetivada a necessidade de instalação das ancoragens definitivas, foi desenvolvida uma sistemática para cálculo estrutural desses dispositivos. A estratégia de validação dessa sistemática de cálculo proposto nesta pesquisa seguiu basicamente o roteiro da figura 15.

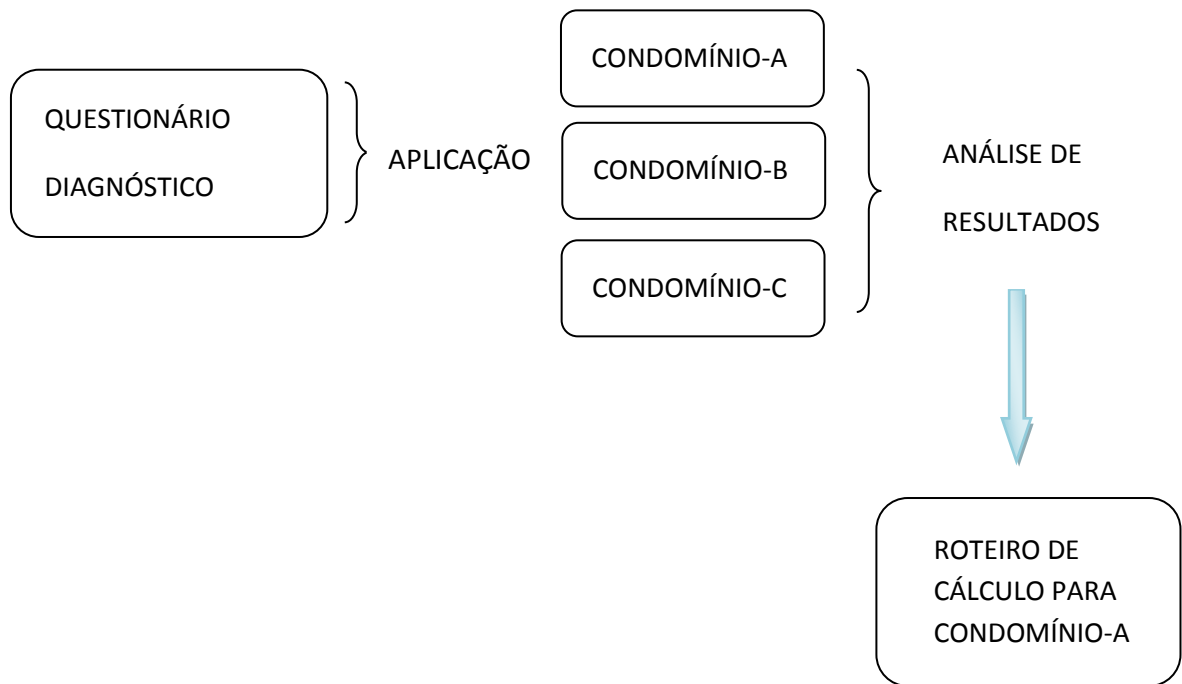


Figura 15: Estratégia de validação do modelo.

Fonte: o Autor.

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO PARA TRABALHOS EM ALTURA			
CONDOMÍNIO:			DATA:
SÍNDICO (a):	N° PAV.:	IDADE:	PADRÃO CONSTR.:
ITENS VERIFICADOS	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS
NR 18.12.5.10: O acesso à cobertura do edifício é feito por escada tipo marinheiro fixada no topo e na base?			
NR 18.12.5.10: A escada marinheiro possui guarda-corpo?			
NR 18.15.56.1: O edifício possui dispositivos destinados à ancoragem de equipamentos de sustentação de andaimes e de cabos de segurança para o uso de proteção individual, a serem utilizados nos serviços de limpeza, manutenção e restauração de fachadas?			
NR 18.15.56.2a: Os dispositivos estão dispostos em todo o perímetro da fachada?			
NR 18.15.56.2c: Os dispositivos possuem projeto estrutural?			
NR 18.15.56.2d: Os dispositivos são constituídos de material inoxidável?			
NR 35.5.3.2: O trabalhador estará conectado a um sistema de ancoragem definitiva durante todo o período de exposição ao risco de queda?			
NR 35.2.1e: O condomínio tem ciência que deve providenciar as medidas necessárias para acompanhar o cumprimento dos itens de proteção contra queda em altura?			

Figura 16: Modelo de Aplicação do Questionário Diagnóstico em Condomínio

Fonte: O autor

O condomínio A, figura 17, é um conjunto de prédios de 08(oito) pavimentos com revestimento cerâmico na fachada e padrão construtivo alto. O edifício tem 03 anos de uso e possui 02(dois) subsolos.



FIGURA 17 - Fachada do Condomínio A

Fonte: O autor

O condomínio B, figura 18, é composto de 03 torres de 27 pavimentos com revestimento cerâmico e texturizado. O condomínio possui 05 anos de uso, dois subsolos de garagem e padrão construtivo alto.



FIGURA 18: Fachada do Condomínio B

Fonte: O autor

O condomínio C, figura 19, é composto de 04 torres de alto padrão com 08 pavimentos, revestimento texturizado na fachada. O prédio possui 06 anos de utilização, dois subsolos de garagem e vários apartamentos de cobertura com fechamento em vidro.



FIGURA 19 - Fachada do Condomínio C

Fonte: O autor

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Define-se pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. Neste estudo a pesquisa é classificada como de ordem prática, ou seja, aquela que tem o objetivo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficiente e eficaz, sendo o método um auxílio a tomadas de decisões (GIL, 2002).

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi utilizada nos condomínios para comprovar as reais condições de segurança disponíveis aos trabalhadores que executarão serviços de manutenção, limpeza e conservação de fachadas prediais bem como justificar o uso da sistemática de cálculo das ancoragens definitivas e a sua importância.

4 RESULTADOS

Para se determinar os parâmetros necessários de projeto, será preciso seguir um passo a passo nas etapas: levantamentos de dados, requisitos das normas, cálculos dos esforços e dimensionamento das ancoragens definitivas.

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Após a análise dos resultados dos formulários dos *checklist* aplicados nos condomínios A, B e C, constatou-se a não observância dos requisitos mínimos de segurança prescritos nas NR 18 e NR 35 para trabalhos em altura. Sendo assim, existe a necessidade de projeto e instalação das ancoragens definitivas. O resultado é apresentado no quadro 01.

RESUMO DO CHECK LIST APLICADO NOS CONDOMÍNIOS						
ITENS VERIFICADOS	COND. (A)		COND. (B)		COND. (C)	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
NR 18.12.5.10: O acesso à cobertura do edifício é feito por escada tipo marinheiro fixada no topo e na base?	x		x		x	
NR 18.12.5.10: A escada marinheiro possui guarda-corpo?	x		x		x	
NR 18.15.56.1: O edifício possui dispositivos destinados à ancoragem de equipamentos de sustentação de andaimes e de cabos de segurança para o uso de proteção individual, a serem utilizados nos serviços de limpeza, manutenção e restauração de fachadas?	x			x		x
NR 18.15.56.2a: Os dispositivos estão dispostos em todo o perímetro da fachada?		x		x		x
NR 18.15.56.2c: Os dispositivos possuem projeto estrutural?		x		x		x
NR 18.15.56.2d: Os dispositivos são constituídos de material inoxidável?		x		x		x
NR 35.5.3.2: O trabalhador estará conectado a um sistema de ancoragem definitiva durante todo o período de exposição ao risco de queda?		x		x		x
NR 35.2.1e: O condomínio tem ciência que deve providenciar as medidas necessárias para acompanhar o cumprimento dos itens de proteção contra queda em altura?		x		x		x

Quadro 1: Resumo Do Check List Aplicado Nos Condomínios

Fonte: O Autor, 2017.

4.2 POSICIONAMENTO DOS PONTOS DE ANCORAGEM DEFINITIVA

Um posicionamento preliminar de ancoragens definitivas foi elaborado para o condomínio A em todo o perímetro do prédio conforme figuras 20 e 21. O condomínio tem parte da cobertura como área de telhado e parte como área externa dos apartamentos de cobertura. Os chumbadores foram posicionados de modo a atender um trabalho usual de lavagem de fachada do condomínio. A distância máxima entre as ancoragens foi considerada de 2 metros. Pensou-se desta maneira devido ao alcance máximo dos braços de um trabalhador atuando em cadeira suspensa.

4.3 SISTEMÁTICA DO PROCESSO DE CÁLCULO

4.3.1 Validação da Disposição dos Pontos De Ancoragem

A validação dos espaçamentos das ancoragens definitivas deve obedecer aos critérios prescritos na NBR 14827 na tabela 2. No condomínio A tem-se as seguintes variáveis envolvidas na análise:

$h = 20\text{cm}$ (Largura da viga de concreto)

$h_{ef} = 14,4\text{cm}$ (profundidade de embutimento do chumbador no concreto)

$C = 30\text{cm}$ (distância da borda) *atende ao mínimo de 28,8cm pela norma*

$S = 200\text{cm}$ (distância entre as ancoragens) *atende ao mínimo de 57,60cm pela norma*

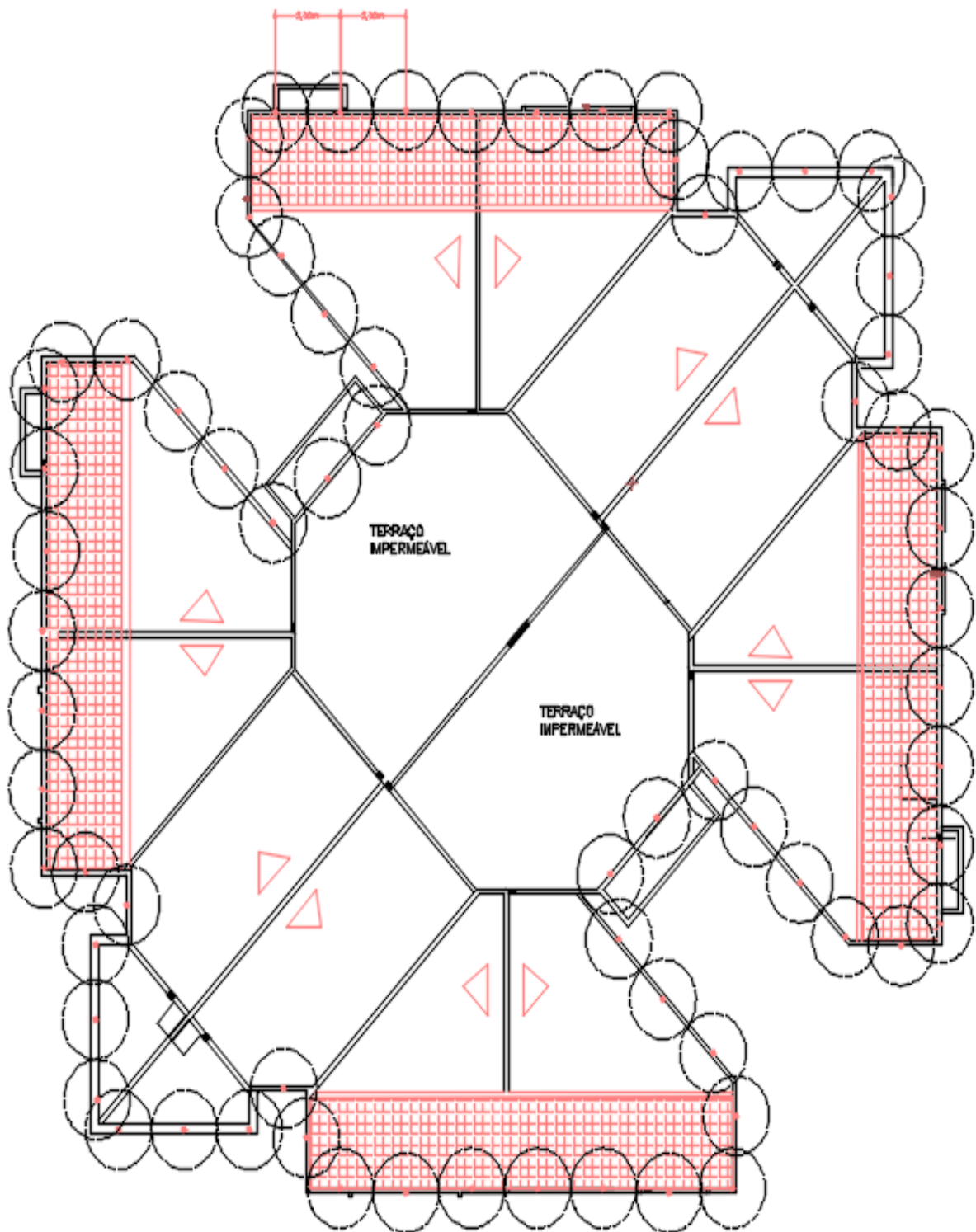


Figura 20: Posicionamento Preliminar de Ancoragens Definitivas no Condomínio A

Fonte: O autor, 2017.

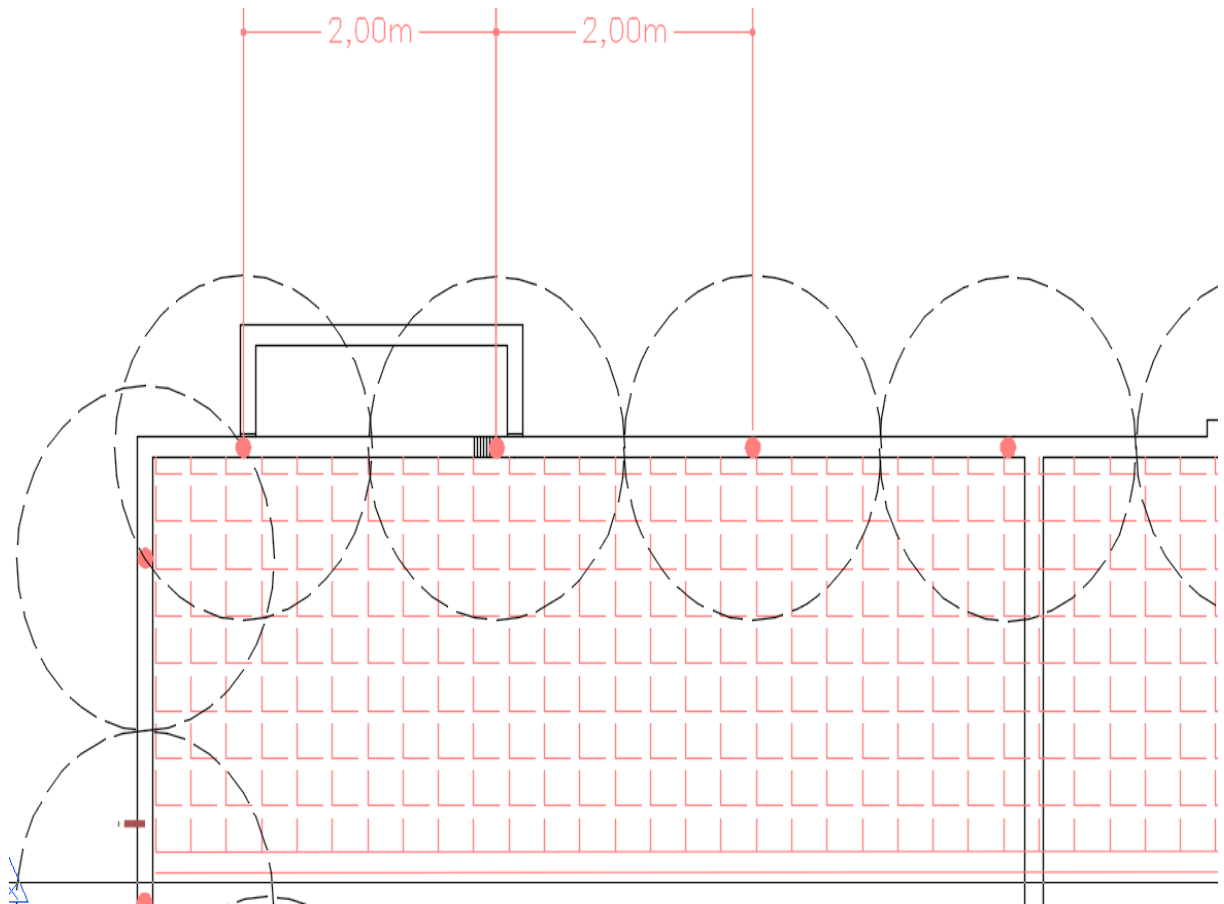


Figura 21: Posicionamento Preliminar de Ancoragens Definitivas no Condomínio A

Fonte: O autor, 2017.

4.3.2 Fator De Queda

O fator de queda é razão entre a distância que o trabalhador percorreria na queda e o comprimento do equipamento que irá detê-lo (BRASIL, NR 35, 2012) conforme mostra figura 23. O comprimento do talabarte adotado é de 1,5m. Portanto o fator de queda seria:

$$\text{Fator de queda} = 3 / 1,5 = 2 \text{ (obrigatório uso de absorvedor de energia)}$$

4.3.3 Levantamento do Peso Total do Sistema

O peso total do sistema será estimado da seguinte maneira:

Peso do trabalhador = 100kg (1)

Peso do material = 50kg (2)

Peso do equipamento = 17kg (3)

Peso do cabo de aço = 20kg (4)

Somando (1) + (2) + (3) + (4) tem-se o peso total do sistema em 187kg.

4.3.4 Cálculo Da Força De Frenagem Ou Impacto

Para o cálculo da força de frenagem máxima do sistema utilizar-se-á a equação (2):

$$F_f = m \times a \times H \quad (2) \quad \text{onde,}$$

F_f : esforço de frenagem máximo

m : massa total do sistema

a : aceleração da gravidade (9,8m/s²)

H : altura máxima de queda (máx. 3m)

Substituindo os valores na equação (2) tem-se o seguinte:

$$F_f = (187\text{kg}) \times (9,8\text{m/s}^2) \times (3\text{m}) = 5.497,80 \text{ kg ou } 53,92 \text{ KN}$$

Este é o valor máximo resultante do esforço na ancoragem definitiva em caso de queda em altura do trabalhador.

4.3.5 Cálculo Da Força De Tração e Cisalhamento

Simulando uma situação hipotética mais próxima possível da realidade, para o cálculo da força de tração (N) e cisalhamento (V) será feito a decomposição do vetor resultante do esforço máximo de frenagem F_f a um ângulo de 45° como forma de obter o máximo esforço de sollicitação na ancoragem conforme figura 12:

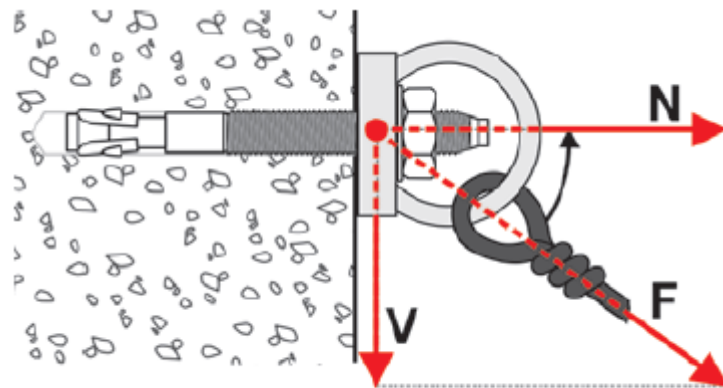


Figura 12: Esforço Combinado de Tração e Flexão em Ancoragem Definitiva
Fonte: (MANUAL TÉCNICO ANCORA, 2015, p.101)

Nesse exemplo o esforço resultante F_f será decomposto em dois vetores (N) e (V). Como resultado tem-se o seguinte:

$$N = F_f \times \cos 45^\circ \quad \text{Equação (3)}$$

Substituindo os valores conforme resultado obtido na equação (2) tem-se:

$$N = 53,92 \text{ KN} \times \cos 45^\circ$$

$$N = 37,48 \text{ KN}$$

Este é o valor máximo para o esforço de arrancamento da ancoragem definitiva no sentido perpendicular ao plano de corte. A ancoragem definitiva deve ser projetada para resistir a este esforço.

Aplicando a mesma sistemática para o cálculo do vetor (V) tem-se:

$$V = F_{fx} \text{ sen}45^\circ \quad \text{Equação (4)}$$

$$V = 53,92 \text{ KN} \times \text{sen}45^\circ$$

$$V = 37,48 \text{ KN}$$

Este é o valor máximo para o esforço de cisalhamento da ancoragem definitiva no sentido paralelo ao plano de corte. A ancoragem definitiva deve ser projetada para resistir a este esforço.

4.3.6 Escolha do Tipo de Fixação e do Chumbador

Para escolha da barra roscada será utilizado o catálogo técnico de um fornecedor de mercado. A carga de tração (N) e de cisalhamento (V) resultou em 37,48 KN ou 3.821,84 kgf. Para esta solicitação utiliza-se a haste roscada de 1/2" conforme Tabela 4:

Tabela-4: Catálogo de Fornecedor para Escolha da Haste Roscada

Haste Roscada

Diâmetro		Furo (mm)		Distância mínima recomendada ⁽³⁾ (mm)		Chave (pol)	Torque ⁽⁴⁾ (kgf.m)	Fixações por cartucho ⁽⁵⁾	Cargas últimas ⁽²⁾ (kgf)	
(pol)	(mm)	Diâm.	Prof. ⁽¹⁾	Fixador - Fixador	Fixador - Borda				Tração	Corte
5/16"	8	10	64	128	64	1/2"	1,5	117	2.545	2.020
			96	192	96			78	3.565	
3/8"	10	12	80	160	80	9/16"	2,4	66	4.425	2.985
			120	240	120			44	4.710	
1/2"	12	14	96	192	96	3/4"	4,2	54	7.210	5.275
			144	288	144			36	8.590	
5/8"	16	18	128	256	128	15/16"	10,4	24	9.520	8.715
			192	384	192			16	17.285	
3/4"	20	22	160	320	160	1.1/8"	20,7	13	11.900	13.020
			240	480	240			8	20.950	
7/8"	22	25	176	352	176	1.5/16"	24,2	10	17.280	17.725
			264	528	264			7	23.050	
1"	24	28	192	384	192	1.1/2"	32,5	8	21.660	23.150
			288	576	288			5	23.855	
1.1/4"	32	35	256	512	256	1.7/8"	55,0	4	32.100	36.830
			384	768	384			3	55.150	

Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO ANCORA, 2015

O olhal que irá compor o sistema de ancoragem junto com a haste roscada será o olhal escolhido em um catálogo técnico de fornecedor de olhais, cuja carga de última trabalho é de 4.500kg. Será adotada a ancoragem do tipo química, ou seja, processo com perfuração da base, limpeza e injeção de produto químico para fixação das ancoragens. O processo é realizado com produto base epóxi bi componente.

4.3.7 Verificação do Coeficiente de Segurança

Sabendo que a força de tração (N) e a força de cisalhamento (V) equivalem a 37,48 KN e que aço da haste roscada é do tipo ASTM A193 B7, cuja tensão de escoamento corresponde a 862 MPa (VALAÇO, 2016) tem-se a seguinte verificação do Coeficiente de Segurança ou Fator de Segurança pela equação (1):

$$\sigma = P/A_0 \quad \text{Equação (1)}$$

Substituindo os valores tem-se o seguinte:

$$\sigma = 37,48 \text{ KN} / \pi \times r^2 \quad (\text{sendo } r=0,00625 \text{ m})$$

$$\sigma = 305 \text{ Mpa}$$

Este é o valor da tensão aplicada na haste roscada de aço.

Fazendo a verificação do coeficiente de segurança pela equação (5) tem-se o seguinte:

$$F_s = \sigma_{\text{ruptura}} / \sigma_{\text{admissível}} \quad \text{Equação (5)}$$

Substituindo os valores da tensão de escoamento do aço e da tensão aplicada na haste roscada de aço temos o seguinte:

$$F_s = 862 \text{ MPa} / 305 \text{ MPa}$$

$$F_s = 2,82$$

Este resultado significa que atende o F_s mínimo de 2 conforme recomendado pela OSHA(1996.502.d.8).

4.3.8 Lista de Materiais Para Instalação das Ancoragens Definitivas

Para a instalação das ancoragens definitivas da maneira correta, é importante fazer um levantamento de todos os materiais necessários antes do início dos serviços. Nessa relação devem constar os materiais para instalação das ancoragens, de proteção do trabalhador e de isolamento do local de instalação. Entre os materiais de instalação devem estar o produto base epóxi bi componente que, apesar de demandar maiores cuidados na instalação, pode atingir as maiores resistências ao arranchamento garantindo mais segurança ao trabalhador, a pistola de aplicação desse produto, limpador de furos e escova para limpeza adequada e muito criteriosa dos furos na base de fixação, as hastes roscadas com olhais compatíveis com as cargas de utilização, além de equipamentos auxiliares como furadeira alto impacto, trena e pincel atômico para marcação dos furos, martelo, extensão e o equipamento de ensaio de teste de arranchamento.

Entre os materiais de proteção do trabalhador devem constar a luva de vaqueta, óculos de proteção, máscara com filtro PFF1, calçado de segurança tipo botina, capacete com aba frontal com jugular, protetor auricular além do cinto de segurança tipo paraquedista se o trabalho ocorrer em local com risco de queda. Como materiais de isolamento, é importante constar na lista os cones de sinalização, fita zebra e placas de advertência sobre os riscos durante a instalação das ancoragens definitivas.

5. CONCLUSÃO

Embora as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho deixem claro a obrigatoriedade da instalação das ancoragens definitivas para manutenção e conservação de fachadas prediais, após a aplicação do questionário concluiu-se que os condomínios residenciais analisados não possuíam esses dispositivos. Fato agravante ainda é a omissão de construtores, síndicos e administradoras de condomínio no tocante aos requisitos mínimos necessários para trabalhos em altura, mesmo sendo item obrigatório previsto nas normas regulamentadoras e na ABNT.

Mesmo após a entrega da obra ainda é possível instalar os dispositivos para segurança dos trabalhadores. A sistemática de cálculo apresentada neste trabalho poderá contribuir para profissionais que atuam com segurança do trabalho a terem um melhor entendimento dos requisitos normativos, determinação das cargas envolvidas, determinação do tipo de ancoragem e atendimento aos critérios normativos principalmente do fator de segurança.

Este estudo foi voltado mais especificamente às ancoragens definitivas, mas existem outros tipos de sistemas de proteção contra queda em altura que também são utilizados e devem obedecer as mesmas normas e cuidados para que sejam muito seguros e garantam a integridade física dos seus usuários.

REFERENCIAS

APPURT. Site Institucional da Empresa APPURT. Disponível em:

<http://www.appurt.ind.br/cadeiras_suspensas.html#> Acesso em 07/01/2107

BALANCIM. Site Institucional da Empresa BALANCIM. Disponível em:

<http://www.balancim.com.br/equipamentos_bala_leve.htm> Acesso em 07/01/2017.

BOGLEY, Blog de Segurança do Trabalho da BOGLEY. Disponível em:

<<http://www.bogley.com/forum/showthread.php?61193-Fall-Forces>> Acesso em 25/01/17.

BRASIL. Site Governamental. **Portaria n.º 3.214, 08 de junho de 1978, Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.** Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm> Acesso em 29/10/16.

BRASIL. Site Governamental. **Portaria n.º 3.214, 08 de junho de 1978, Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.** Disponível em:

<<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/839945.pdf>> Acesso em 29/10/16.

BRASIL. Site Governamental . **Código Civil; Lei Nº 10.406; 2002, Art. 186.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10406.htm> Acesso em 29/10/16

BRASIL. Site Governamental . **Lei Ordinária Federal N. 6514; Consolidação Das Leis do Trabalho;1977.** Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6514.htm> Acesso em 29/10/16

BRASIL. Site Governamental. **Portaria 3.214 ; Aprova As Normas Regulamentadoras;1978.** Disponível em:

<<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/839945.pdf>> Acesso em 30/10/16

BRASIL. Site Governamental. **Código Penal, 1940, Art.13**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Decreto-Lei/Del2848.htm> Acesso em 30/10/16

BUREAU OF LABOR STATISTICS. Site Governamental. Disponível em: <<https://www.bls.gov/opub/mlr/2006/09/cls0609.pdf>>. Acesso 30/11/16

CAPEZ, F. Curso de direito penal e legislação penal especial. São Paulo: Saraiva, 2008 p.45

DINIZ, M. H. Curso de Direito Civil Brasileiro. Vol. 7, 20. ed. Saraiva, 2003.

DOIS DEZ INDUSTRIAL, Site Institucional da Empresa DOIS DEZ. Disponível em:

<<http://doisdezindustrial.blogspot.com.br/2015/09/entenda-nbr-16325.html>>
Acesso em 30/12/2016.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

HONEYWELL. Site Institucional da Empresa HONEYWELLSAFETY. Disponível em:

<http://www.honeywellsafety.com/BR/Training_and_Support/PROTEÇÃO_CONTRAQUEDA_FALHA_NÃO_É_UMA_OPÇÃO.aspx> Acesso em 25/11/2016.

LIFTANCORAGENS. Site Institucional da Empresa LIFT ANCORAGENS. Disponível em:<<http://www.liftancoragem.com.br/7/ancoragem-predial/produtos/transfixacao/itemlist/category/33-ancoragem-predial.html>>
Acesso em 30/10/16

MANUAL DO TRABALHO SEGURO, Blog de Segurança do Trabalho. Disponível em: <<http://manualdotrabalhoseguro.blogspot.com.br>> acesso em 29/12/2016.

MINISTERIO DO TRABALHO, Site Governamental. Disponível em:

<http://trabalho.gov.br/dados-abertos/estatistica-saude-e-seguranca-do-trabalho/seguranca-trabalho-2016> Acesso em 29/12/2016

OSHA. Site Governamental. **Occupational Safety & Health Administration. Fall Protection 1926.502. fall Protection Systems Criteria and Pratices.** Disponível em:
<https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STAN DARDS&p_id=10758>. Acesso em: 07/01/2017.

PREVIDÊNCIA SOCIAL. Site Governamental. **Anuário Estatístico da Previdência.Social.2015.** Disponível em:
<<http://www.previdencia.gov.br/conteudoDinamico.php?id=1546>> Acesso em 28/11/2016.

REVISTA PROTEÇÃO, Ed. 247, 2012, Editora Proteção.

SILVA, L.F.V.; GOMES, R.B. Pinos de ancoragens sob cargas de tração. Artigo Técnico. UFG. 2012. Disponível em:
<http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos/LUIZ_FLA.PDF>
Acesso em 14/01/17.

SIMÕES COMERCIAL. Site Institucional da Empresa SIMÕES COMERCIAL. Disponível em:
<<http://simoescomercialpinturas.com.br/servicos-para-condominios-residencial-comercial-sbc-abc-sp/lavagem-predial-de-pastilhas>> Acesso em 30/12/2016.

TREINAMENTO, Blog de Segurança do Trabalho. Disponível em:
<<http://treinamentocadeirinhasuspensa.blogspot.com.br/2015/05/treinamento-de-cadeira-suspensa.html>> Acesso em 22/01/17.

ULTRACLIMBER, Site Institucional da Empresa ULTRACLIMBER. Disponível em:
<[http://www.ultraclimber.com.br/galeria.php#prettyPhoto\[gallery1\]/42/](http://www.ultraclimber.com.br/galeria.php#prettyPhoto[gallery1]/42/)> Acesso em 30/12/2016.

HIBBLER, R.C. Resistência dos Materiais. 7ed, Editora Pearson. 2010.

VALAÇO, Site Institucional da Empresa VALAÇO. 2016. Disponível em:

<http://www.valaco.com.br/inf_tecnicas/mat_propriedades.html>. Acesso em 04/02/17.