

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

MILENA HAAS RODRIGUES

**SISTEMA DE LINHA DE VIDA PARA MONTAGEM DE GABIÃO:
Dimensionamento e Projeto**

São Leopoldo

2024

MILENA HAAS RODRIGUES

**SISTEMA DE LINHA DE VIDA PARA MONTAGEM DE GABIÃO:
Dimensionamento e Projeto**

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de segurança do trabalho, pelo Curso de Especialização em Engenharia de segurança do trabalho da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador(a): Prof.^a Esp., Ms. Sheila Cristina Kehl

São Leopoldo

2024

SISTEMA DE LINHA DE VIDA PARA MONTAGEM DE GABIÃO

Dimensionamento e Projeto

Milena Haas Rodrigues

Sheila Cristina Kehl

Resumo: No setor da construção civil, os trabalhadores estão expostos a muitos e variáveis fatores de risco, em tão alto grau que atualmente no Brasil este segmento é um dos setores econômicos com maior índice de acidentes do trabalho. Os mais frequentes riscos são o trabalho em altura, o manejo de máquinas, equipamentos e ferramentas perfuro-cortantes, instalações elétricas, uso de veículos automotores, posturas antiergonômicas, além de estresse devido a transitoriedade e a alta rotatividade. Este cenário aplica-se, inclusive, a execução de estruturas de contenções, como construção de gabiões, que é um braço da construção civil. Com isso, este estudo tem a finalidade de explorar a importância do desenvolvimento e implementação de um sistema de linha de vida personalizado para a montagem de gabiões, visando melhorar a segurança dos trabalhadores na indústria de construção. A montagem de gabiões é uma tarefa desafiadora que envolve riscos significativos, e a utilização de sistemas de linha de vida adequados que é fundamental para prevenir acidentes e proteger a vida dos trabalhadores. Neste artigo, será examinada a necessidade, o desenvolvimento do dimensionamento e apresentação de um projeto de sistemas de linha de vida específicos para a montagem de gabiões.

Palavras-chave: Linha de vida, Gabião, Segurança do trabalho.

Abstract: Workers in the construction industry are exposed to a high risk of occupational hazards, to the extent that this sector currently ranks among the economic sectors with the highest rates of occupational work accidents in Brazil. The factors defining a significant portion of these risks include the multitude of occupational hazards inherent in this activity. The most common risks include working at heights, handling machinery, equipment, and perforating-cutting tools, electrical installations, use of motor vehicles, awkward postures, as well as stress due to transience and high turnover. Therefore, this study aims to explore the importance of developing and implementing a customized fall protection system for the assembly of gabions, with the goal of enhancing worker safety in the construction industry. Assembling gabions is a challenging task with significant risks, and the use of appropriate fall protection systems is crucial to prevent accidents and protect the lives of workers. This article will examine the necessity, development, implementation, and effectiveness of specific fall protection systems for gabion assembly.

Key-words: Lifeline, Gabion, occupational safety and health

1 INTRODUÇÃO

A segurança e saúde no ambiente de trabalho é um obstáculo a ser enfrentado no cenário mundial. Conforme dados da Previdência social (AEPS, 2022), especificamente do anuário estatístico de acidentes do trabalho (AEAT, 2022) em 2022 foram registrados 612,9 mil acidentes com CAT e 2,5 mil acidentes com óbitos para trabalhadores com vínculo de emprego regular, sendo esta a maior taxa desde 2012.

No setor da construção civil a parcela de 7% dos acidentes de trabalho ocorridos no Brasil de 2013 a 2022 são por quedas de altura, isso representa 345.568 acidentes (Ministério da Previdência Social, 2024). É importante ressaltar que este número tende a ser maior, levando em consideração que grande parte dos trabalhadores deste ramo são informais e não entram nas estatísticas. Outro fator relevante a ser destacado é a omissão da emissão de comunicação de acidente de trabalho (CAT), o que contribui para inautenticidade do real número de acidentes.

O número de acidentes dentro do setor da construção civil está ligado a quantidade de trabalhadores envolvidos nele e a economia do país. Para compreender melhor esse cenário, é fundamental analisar a proporção de trabalhadores na construção civil em relação ao total de trabalhadores no país. Dados do ministério da Previdência social revelam que as maiores fontes de acidente anuais na construção foram derivadas das CNAEs (Cadastro Nacional de Atividades Econômicas) 4110 – incorporação de empreendimentos imobiliários; 4120 – construção de edifícios e 4399-1 – Serviços especializados para construção não especificados anteriormente. A soma dos três CNAES é de 20.176 acidentes do trabalho em 2022. Esse valor representa uma fatia de 3,11% dos 648.366 acidentes que ocorreram neste ano.

Essas categorias não apenas registram um elevado número de acidentes, mas também apresentam uma grande taxa de incidência e uma preocupante taxa de letalidade. A análise aprofundada dessas categorias torna-se ainda mais relevante ao considerarmos a expressiva contribuição dos trabalhadores da construção civil para a força de trabalho nacional. Com base em dados estatísticos de 2022, constatou-se que essa parcela da mão de obra representa 5,86% do total de trabalhadores formais no país. (Agência CBIC, 2023)

Neste sentido, considerando a fatia de contribuição para estatística do setor, necessário se faz aplicação de meios para reduzir tais números.

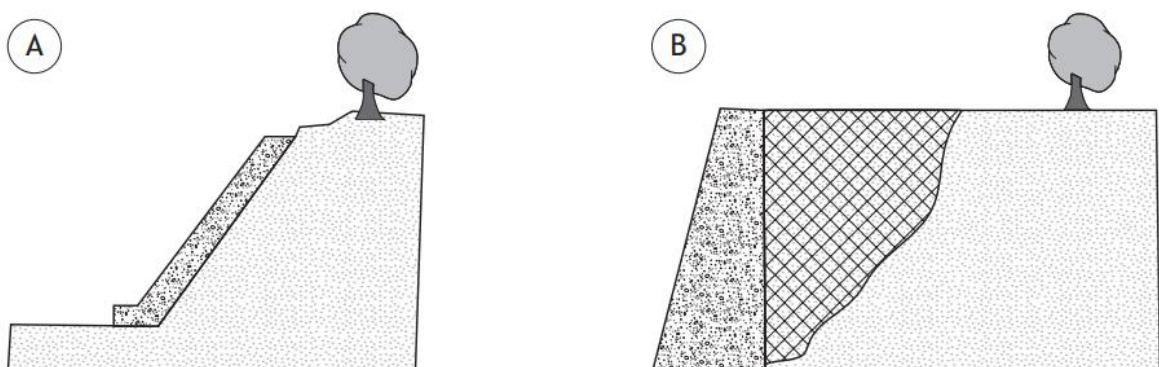
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os canteiros de obra civil podem ter os mais diversos fins, neste trabalho será abordado especificamente os de muro de contenção em gabião. O gabião é uma estrutura modular, produzido com tela em malha hexagonal de dupla torção e alta resistência que é preenchida com pedras do tipo amarrada. Essa solução de engenharia é destinada a problemas geotécnicos e para controle de erosão (BARROS, 2017).

O gabião, um tipo de material de construção amplamente utilizado, demanda uma análise mais aprofundada devido à sua vasta gama de aplicações. Na engenharia, os gabiões são reconhecidos como elementos ativos desempenhando papéis cruciais no disciplinamento, reforço, drenagem e estabilização de obras geotécnicas, hidráulicas e ambientais. Portanto, a investigação de seu comportamento, bem como de suas propriedades mecânicas, representa uma valiosa fonte para pesquisas científicas. (SANTOS JUNIOR, 2018)

Na análise de problemas de fundações, a interação estrutura-solo geralmente envolve forças verticais, mas há casos que envolvem empuxo de terra e forças horizontais. Isso se divide em duas categorias: quando a estrutura suporta um maciço de solo, o solo exerce forças ativas, "empurrando" a estrutura, como ilustrado na figura 1A abaixo. Muros de contenção por gravidade, são empregados para estabilidade, utilizam seu próprio peso para conter desníveis pequenos ou médios, sendo de tipos como, por exemplo, os gabiões. (Gerscovich, Danziger e Saramago, 2016)

Figura 1: Exemplos de obra em que os empuxos são de natureza ativa:



(A) muro de proteção contra a erosão superficial; (B) muro de gravidade

Fonte: Gerscovich, Danziger e Saramago, 2016

Os acidentes derivados de queda são as situações mais perigosas, pois representam maior chance de acidente fatal. Para tentar minimizar ou liquidar os acidentes em altura, são utilizados os sistemas de linha de vida. As recomendações previstas em normas regulamentadoras são balizadas pela NR-18 (Brasil, NR-18,2023) e precisa ser dimensionada com base em formulários e variáveis pré-determinadas.

Conforme a norma regulamentadora NR 35 (2012), é disposto que toda atividade com diferença de nível acima de 2,0m (dois metros) do nível inferior deve ser considerado trabalho em altura. Portanto existem requisitos mínimos de proteção que devem ser garantidos para preservar o trabalhador nesta condição.

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), a queda de trabalhadores resulta em grande número de acidentes fatais, portanto é essencial seguir as orientações da NR 35. Cabe ao trabalhador cumprir o que é previsto em norma, e cabe ao empregador propor procedimentos operacionais de proteção ao risco ocupacional. São estes, treinamentos e capacitações adequados, fornecimento de equipamentos de proteção individual, inspeção e conservação deles que podem contribuir para reduzir o risco ou consequências dele.

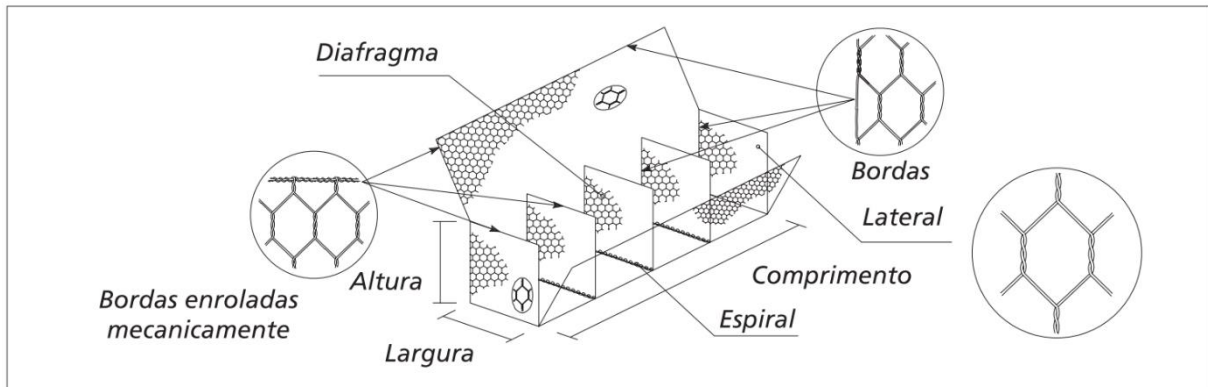
2.1 Gabiões: características e aplicações

Gabiões são componentes modulares, apresentando uma diversidade de formas, produzidos a partir de malhas hexagonais de dupla torção feitas de tela metálica. Esses módulos, ao serem preenchidos com pedras de tamanho apropriado e unidos por costuras, se transformam em estruturas projetadas para abordar desafios geotécnicos, hidráulicos e de controle de erosão. A montagem e o preenchimento desses elementos oferecem a flexibilidade de serem realizados de maneira manual ou por meio de equipamentos mecânicos convencionais. (BARROS, 2017). O tipo de gabião considerado para este trabalho são os gabiões tipo caixa.

O gabião tipo caixa representa uma estrutura metálica com formato de paralelepípedo, sendo fabricado a partir de um único pano de malha hexagonal de

dupla torção que constitui a base, a tampa, e as paredes frontal e traseira. Durante o processo de fabricação, painéis são conectados a esse pano base para formar as extremidades e os diafragmas.

Figura 2 - Elementos constituintes dos gabiões tipo caixa.



Fonte: BARROS, 2017

Para seu preenchimento é essencial utilizar material pétreo, garantindo que o diâmetro médio seja igual ou superior à menor dimensão da malha hexagonal. Recomenda-se o uso de malha com revestimento adicional de material plástico quando em contato com a água, assegurando uma proteção definitiva contra a corrosão. As dimensões padronizadas dos gabiões tipo caixa são as seguintes:

Comprimento: sempre múltiplo de 1 m, variando de 1 m a 5 m, exceto para o gabião de 1,5 m;

Largura: sempre 1 m;

Altura: pode ser de 0,50 m ou 1,00 m.

(BARROS, 2021)

Obras civis conhecidas como estruturas de contenção ou de arrimo têm como objetivo proporcionar estabilidade, prevenindo a ruptura de maciços de terra ou rocha. Essas estruturas desempenham a função crucial de sustentar esses maciços, impedindo o escorregamento causado pelo próprio peso ou por carregamentos externos. (BARROS, 2017)

2.2 Riscos na montagem de gabiões

A NR 35 aplica-se a toda atividade com diferença de nível acima de 2,0m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda.

Os principais fatores de risco para os gabionistas (profissionais que montam os gabiões) são: radiações não ionizantes (radiação solar), ruído contínuo ou intermitente, desmoronamento e soterramento, prensagem, postura inadequada, queda de funcionário, Projeção de partículas ou corpo estranho na vista. (Patricio, 2013)

Para este artigo, o foco será na queda dos funcionários. Portanto, no levantamento de APR (Análise Preliminar de Risco) realizado na monografia de Renato Pickler Patricio, 2013; os acidentes envolvendo queda foram considerados como “risco relevante” onde a ação sugerida seria: “Exige a implementação imediata das ações (preventivas e de detecção). O trabalho pode ser liberado para execução com acompanhamento e monitoramento contínuo. Podem ser interrompidos caso apresente condições adversas”.

2.3 Sistemas de linha de vida Horizontal: uma opção para utilização na construção de gabiões

Uma das situações laborais que apresenta riscos significativos e é motivo de preocupação, devido a incidentes fatais que ocorreram, refere-se aos trabalhos realizados em locais elevados, nos quais há o perigo de queda dos trabalhadores. Uma medida preventiva adotada para essas atividades é a implementação de linha de vida, em conformidade com as diretrizes do conjunto de norma regulamentadoras.

A Linha de vida consiste na instalação de um cabo de aço ou corda, horizontal ou vertical que possibilita conectar o EPI ao trabalhador quando em risco de queda. O sistema de linha de vida horizontal é composto por um cabo flexível, com conectores nas duas extremidades, possibilitando assim a segurança do conector que for acoplado ao cabo de aço. O sistema de linha de vida tem a capacidade de reduzir as consequências de uma queda e proteger a integridade física do trabalhador. (SAMPAIO e SIMON, 2017, p. 16).

Existem duas classificações de sistema de proteção contra queda, as ativas e as passivas. A proteção ativa é geralmente referente a sistemas de proteção coletivas (SPPQ) e no sistema de proteção passiva geralmente corresponde a um sistema de proteção individual, EPI (SPAQ). São exemplos de proteção ativa os cintos de segurança, talabartes e linhas de vida. Ambos os sistemas podem ser subdivididos em sistemas de restrição de movimento, onde o objetivo é impedir o trabalhador de

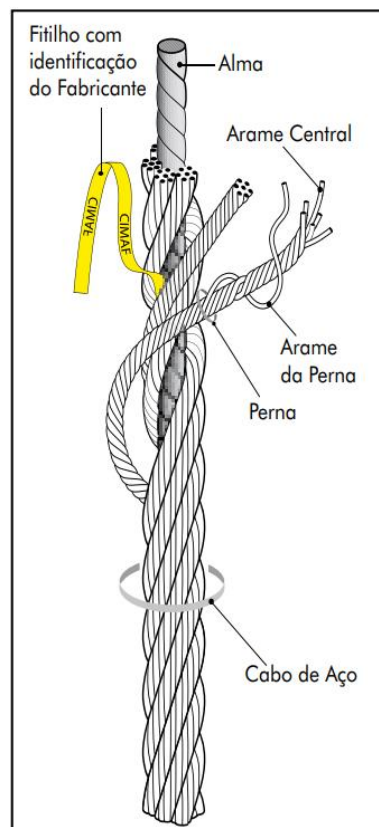
atingir a zona de risco de queda. A linha de vida horizontal só pode ser de restrição de movimento se realmente impedir a queda do trabalhador. Existe também o sistema de retenção de queda, onde a queda não é impedida, mas sim controlada, minimizando as suas consequências (Branchtein, 2018).

A implementação de uma linha de vida envolve uma série de cálculos e requisitos de materiais, tornando desafiador para as empresas realizarem essa instalação. O custo associado não é insignificante e demanda a presença de um profissional qualificado (conforme a NR-35) para planejar e instalar a linha de vida com segurança.

2.3.1 componentes da linha de vida

Cabo de aço: é um componente flexível constituído por um conjunto de pernas que envolvem um núcleo, podendo este ser de aço ou de fibra. Cada perna é composta por uma série de fios metálicos, conforme ilustrado na Figura 3 a seguir.

Figura 3: Modelo de camadas do cabo de aço



Fonte: Manual Técnico de Cabos CIMAF, 2009.

O Anexo II da NR-18 (2020) descreve certos critérios para a utilização tanto de cabos de aço quanto de fibra sintética. Abaixo estão mencionados os principais requisitos referentes aos cabos de aço:

Os cabos de aço devem cumprir os requisitos mínimos estabelecidos pelas normas técnicas nacionais em vigor, além de permitirem sua rastreabilidade.

A carga de ruptura dos cabos de aço deve ser pelo menos cinco vezes a carga máxima de trabalho a que serão submetidos.

O cabo deve ser substituído se apresentar qualquer sinal de deterioração que comprometa sua integridade, como pernas quebradas.

É necessário seguir rigorosamente as condições de uso, dimensionamento e manutenção dos cabos de aço utilizados em projetos de construção.

Eles devem ser fixados utilizando dispositivos que impeçam o deslizamento e o desgaste.

De modo a atender as exigências de cada projeto, já se deve ter em mente que quanto maior o diâmetro do cabo de aço, maior será sua resistência e sua capacidade de carga.

Para exemplificar a composição de um cabo de aço, será indicado o significado da classe 6x19, selecionado para este projeto, então o que constitui as características de agrupamento do cabo são 6 pernas e 19 arames. Na figura 4 abaixo está destacado o cabo escolhido e suas cargas de ruptura.

Figura 4: Tabela de cabo de aço resistência ruptura bitola polegadas CIMAF

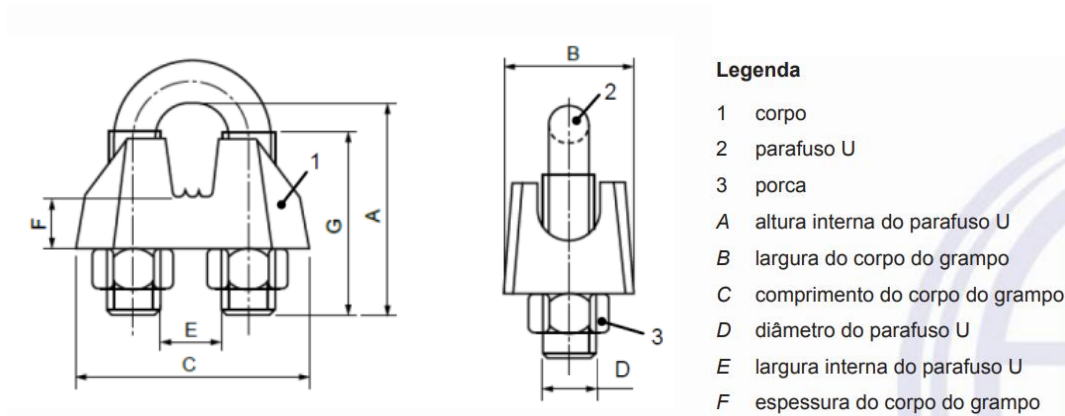
	DIÂMETRO		MASSA APROXIMADA (kg/m)	CARGA DE RUPTURA MÍNIMA (tf)	
	mm	pol		IPS	EIPS
	3,2	1/8"	0,036	0,61	-
	4,8	3/16"	0,082	1,37	-
	6,4	1/4"	0,142	2,50	2,73
	8,0	5/16"	0,230	3,90	4,30
	9,5	3/8"	0,343	-	6,10
	11,5	7/16"	0,479	-	8,30
	13,0	1/2"	0,608	-	10,80

Fonte: CIMAF

Os grampos desempenham o papel de assegurar a fixação das extremidades do cabo de aço. Conforme definido pela norma NBR 11900:2016, o grampo tipo U representa um dispositivo mecânico composto por um parafuso em formato de U, uma

base e uma porca. Essa configuração possibilita que dois segmentos de cabos de aço sejam comprimidos entre si à medida que os parafusos são devidamente ajustados.

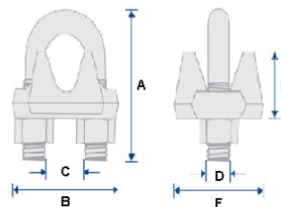
Figura 5: Grampo tipo U



Fonte: ABNT NBR 11900 – 4, 2020

Para seleção do grampo adequado deve-se verificar se o tamanho dele atende ao diâmetro do respectivo cabo de aço. Na tabela 1, extraído do site da Intercabos, é possível visualizar os grampos recomendados para cada diâmetro do cabo de aço;

Tabela 1: Tabela do Clips Pesado

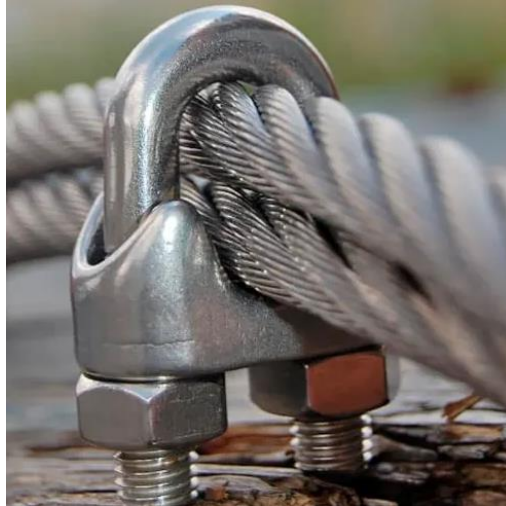


REF.	DIÂMETRO DO CABO	DIMENSÕES (MM)						QUANT. MINIMA	ESPAÇ. MINIMO	TORQUE	PESO POR PEÇA
	Pol	A	B	C	D	E	F	UND.	MM	N.m	Kgs
CP-03	1/8"	25	25	7	5	10	21	2	19	6,1	0,029
CP-05	3/16"	28	30	11	6	11	23	2	29	10,2	0,041
CP-06	¼"	35	38	12	7	12	30	2	38	20,3	0,083
CP-08	5/16"	42	43	14	9	20	34	3	48	40,7	0,127
CP-10	3/8"	50	50	16	11	22	40	3	57	61,0	0,198

Fonte: <https://www.intercabos.com.br/lista-completa-de-produtos/tabela-do-clips-pesado/>

Desta forma foram selecionados os grampos adequados conforme o diâmetro do cabo de aço do projeto, sendo ele 9,5 mm ou 3/8".

Figura 6: Detalhe cabo de aço fixados com grampos



Fonte: <https://cabopec.com.br/grampos-para-cabos-de-aco>

Ponto de ancoragem: O sistema de ancoragem é um subsistema fundamental de uma SPAQ (sistema de proteção ativa contra quedas). Mesmo com a utilização do EPI contra quedas, sua eficácia ficará comprometida caso não esteja adequadamente conectada a uma ancoragem confiável capaz de suportar os esforços aos quais está sujeita (Branchtein, 2018). O ponto de ancoragem utilizado em um sistema de linha de vida é o elemento de apoio no qual será ancorado o cabo de aço flexível, já descrito neste trabalho.

Figura 7: Pontos de ancoragem na malha do gabião



Fonte: obra de contenção da empresa Geossintec, 2024

O sistema de ancoragem é definido na Norma Regulamentadora 35 (2023), como:

“Conjunto de componentes, integrante de um Sistema de Proteção Individual contra Quedas - SPIQ, que incorpora um ou mais pontos de ancoragem, aos quais podem ser conectados Equipamentos de Proteção Individual - EPI contra quedas, diretamente ou por meio de outro componente, e projetado para suportar as forças aplicáveis.”

A montagem dos elementos que compõe o sistema de ancoragem pode incluir peças de fixação projetadas para ser parte de um sistema de ancoragem. É definido como dispositivo de ancoragem apenas aqueles elementos que possam ser removidos para inspeção (Manual Consolidado da NR-35 2018).

Segundo o manual consolidado da NR-35 de 2018, as regulamentações técnicas que se aplicam aos dispositivos de ancoragem incluem a NBR 16325-1, para os dispositivos de ancoragem dos tipos A, B e D, e a NBR 16325-2, para o tipo C. Essas normas estabelecem quatro tipos distintos de dispositivos de ancoragem:

Tipo A: Este dispositivo de ancoragem é concebido para ser fixado a uma estrutura através de uma ancoragem estrutural ou de um elemento de fixação. Ele é subdividido em tipos A1 e A2, sendo este último especialmente desenvolvido para ser fixado em telhados inclinados.

O Tipo B é um dispositivo de ancoragem portátil que possui um ou mais pontos de ancoragem fixos.

O Tipo C refere-se a um dispositivo de ancoragem que incorpora uma linha de ancoragem flexível horizontal, a qual não pode desviar-se do plano horizontal por mais de 15°, quando medida entre duas ancoragens, em qualquer ponto de sua trajetória.

O Tipo D é um dispositivo de ancoragem que integra uma linha de ancoragem rígida, a qual não pode desviar-se do plano horizontal por mais de 15°, quando medida entre duas ancoragens, em qualquer ponto de sua trajetória.

Linha de vida temporária: segundo Sampaio e Simon, 2017, é um sistema horizontal de trava-quedas, de instalação e remoção simplificadas, projetado para ser utilizado em múltiplos locais de trabalho, contanto que não ocorram quedas e que seja submetido a inspeções para avaliar sua reutilização.

Segundo a Norma Regulamentadora 35 (2023), o sistema de ancoragem, quando temporário deve atender os requisitos de compatibilidade do local instalado, seguindo o procedimento operacional e ter os pontos de fixação definidos por um profissional habilitado ou por algum trabalhador capacitado pelo procedimento de seleção elaborado por profissional habilitados.

3 METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo buscar uma solução efetiva para solução dos problemas levantados em relação a segurança a queda do trabalhador do ramo de gabiões, realizados com diferença de nível. Assim, foi feito levantamento de dados e características da linha de vida, bem como o projeto para de um sistema de proteção com uso de linha de vida para atividade de montagem de gabiões.

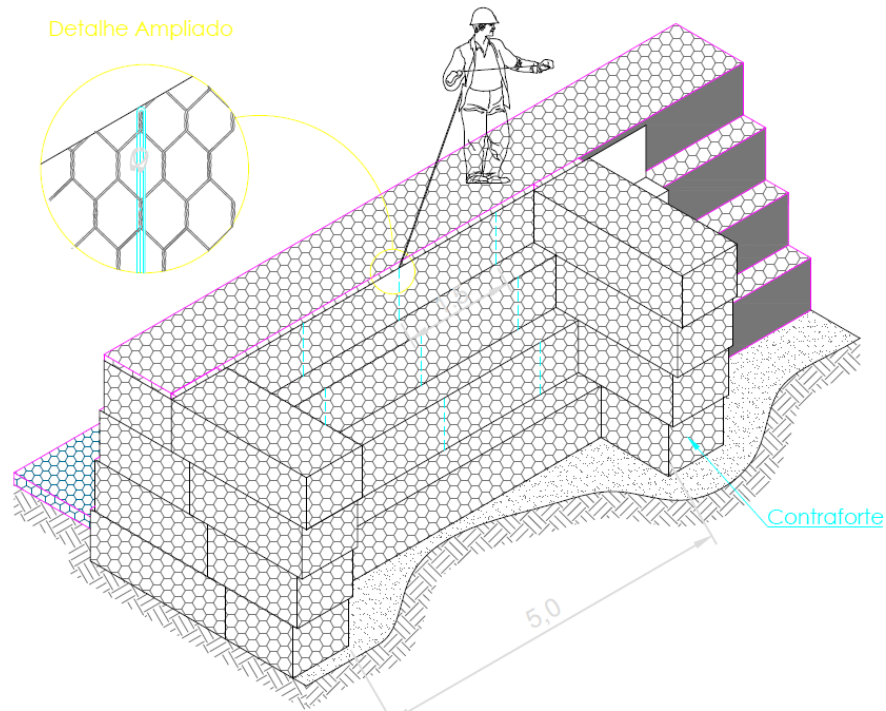
3.1 Coleta de dados

Para a condução deste estudo, foram utilizados livros didáticos, artigos, normas técnicas, legislação, dissertações e livros. Esses materiais foram empregados para pesquisa e fundamentação teórica, sendo que a bibliografia correspondente pode ser encontrada ao final do trabalho.

Além disso, foram utilizados materiais básicos para rascunhos e esboços dos resultados e cálculos, e o software Microsoft Excel também foi empregado para facilitar os cálculos de dimensionamento.

3.2 Desenho da linha de vida horizontal a ser dimensionada

Figura 8: Linha de vida a ser dimensionada



Fonte: o autor, 2024

3.3 Dimensionamento e projeto de linha de vida para Gabiões.

O sistema de segurança a ser dimensionado será uma linha de vida horizontal móvel e provisória, na qual não será utilizado absorvedor de energia. Será adotado como ponto de ancoragem a malha do gabião e as extremidades do cabo de aço serão unificadas através de um conjunto de grampos, que fará esta união em ambas as extremidades.

A linha de vida horizontal é determinada por uma variedade de fatores, incluindo a distância entre os pontos de ancoragem, a capacidade máxima de usuários do sistema, as especificações do cabo de aço, o tipo de cabo utilizado e a sua flecha inicial.

Alguns dados são previamente estipulados, sendo eles:

Tabela 2: Dados de entrada

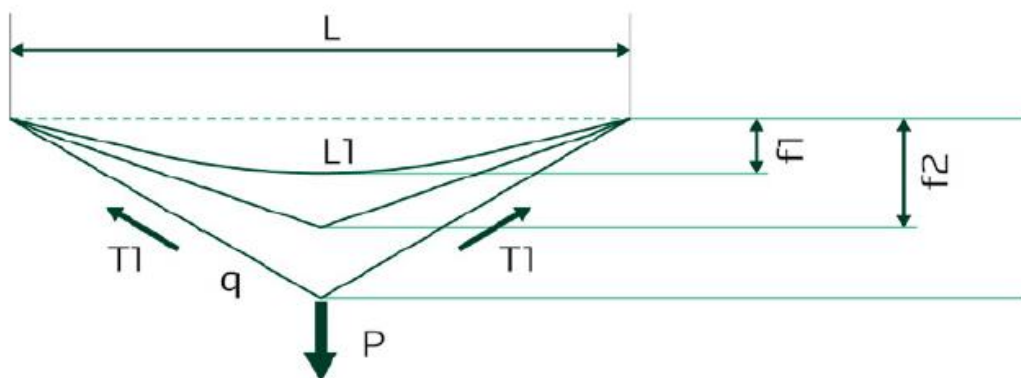
DADOS DE ENTRADA	
Peso do corpo (m)	O peso-padrão considerado nos cálculos é de 100 kg.

Vão (L)	Distância adotada entre os dois pontos de ancoragem
Diâmetro do cabo (d)	Refere-se ao diâmetro do cabo utilizado como linha de vida e é fornecido pelo fabricante, medido em mm.
Foça de ruptura do cabo (fu)	É fornecida pelo fabricante a força de ruptura mínima de cada cabo em kgf.
Número de pessoas (n)	É a quantidade de pessoas que utilizarão simultaneamente a linha de vida, por vão.
Comprimento do talabarte (a)	É o comprimento em metros somente do talabarte (considerando-se o absorvedor de energia fechado).
Comprimento do abs estendido (b)	É a diferença entre o absorvedor de energia fechado e o absorvedor de energia aberto, dada em metros, fornecida pelo fabricante.
Coefficiente de segurança	O valor mínimo adotado é de 3 a 5
Distância posição recolhida a posição de trabalho (b1)	É a distância total da ancoragem da posição de trabalho do trava-quedas até o ponto de conexão da argola D do cinturão de segurança.

Fonte: CBIC (2017)

A imagem ilustrativa contida na Figura 9 detalha a composição de uma linha de vida sem dispositivo de absorção de energia, juntamente com as variáveis relevantes para o seu projeto estrutural.

Figura 9: Diagrama de uma linha de vida sem absorvedor de energia



Fonte: Guia prático para cálculo de linha de vida e restrição para a indústria da construção (SESI, 2017).

Figura 10: Legenda dos elementos que compõem a linha de vida

L = Vão compreendido entre as ancoragens da linha de vida.

$L1$ = Comprimento total do cabo com uma flecha de montagem determinada.

$f1$ = Flecha de montagem $> 3\%$ do vão (L). Quanto maior a flecha, menor o esforço na ancoragem.

$f2$ = Flecha considerando o comprimento $L1$ do cabo formando um triângulo sem carga dinâmica.

$f3$ = Flecha máxima quando a carga dinâmica atinge o seu máximo.

P = Carga dinâmica atuando na retenção da queda (600 kgf).

$T1$ = Força de tração no cabo. Também é a força transmitida pelo cabo nas ancoragens.

$f3-f2$ = É o espaço de frenagem do corpo.

q = Peso do cabo (kg/m).

Fonte: Guia prático para cálculo de linha de vida e restrição para a indústria da construção (SESI, 2017).

No que diz respeito à carga P , o valor atribuído de 600kgf é especificamente destinado à carga dinâmica durante uma queda. É importante ressaltar que o manual também estabelece uma carga estática, a qual é significativamente reduzida quando estamos lidando com o dimensionamento de uma linha de vida para restrição de movimento.

Nesse contexto, a carga dinâmica de 600kgf representa a força que seria exercida durante uma situação de queda, enquanto a carga estática, que é consideravelmente menor, é aquela que a linha de vida deve suportar em condições normais de trabalho, quando não há movimentação brusca ou queda envolvida. Essa distinção é fundamental para garantir a segurança dos trabalhadores em todas as circunstâncias, desde atividades cotidianas até emergências imprevistas.

Após a delimitação do sistema e a identificação das variáveis relevantes, será realizado o dimensionamento por meio de cálculos matemáticos para alcançar os resultados desejados. As diretrizes para este processo foram extraídas do material técnico mencionado na Fundamentação Teórica: o Guia para o Cálculo de Linha de Vida da CBIC (SESI, 2017). Caso os critérios de segurança não sejam inicialmente atendidos, os valores das variáveis serão reavaliados até que um resultado satisfatório

seja obtido. Neste trabalho, serão apresentados apenas os resultados finais, omitindo as iterações anteriores.

3.4 Cálculo da Zona de Livre Queda (ZLQ)

O dimensionamento da zona livre de queda será realizado utilizando os resultados levantados no item anterior. Ela é composta da flecha final, somados aos valores de comprimento do talabarte, a altura padrão do trabalhador, o absorvedor de energia e a distância de segurança em referência ao chão.

3.5 Análise dos resultados

Após obter os resultados, é crucial analisar os valores das seguintes variáveis: o coeficiente de segurança, o ZLQ e os esforços nos pontos de ancoragem. Somente por meio dessa análise essencial será possível assegurar a eficácia do sistema como um todo. O valor resultante do ZLQ deve ser inferior ao da altura desobstruída existente. Dessa forma é garantido que não ocorrerá impacto durante a queda.

Contudo, essa análise é fundamental ao dimensionar uma linha de vida para captura de queda. No caso de uma linha de vida para restrição de movimento, essa análise torna-se dispensável, uma vez que o projeto deve prever a limitação ao ponto de trabalho, sem possibilidade de queda. Em seguida, é crucial garantir que o valor do coeficiente de segurança esteja igual ou superior ao indicado pelas normas. Além disso, a verificação deve incluir o coeficiente de utilização do cabo de aço, que não deve ser inferior a 100%.

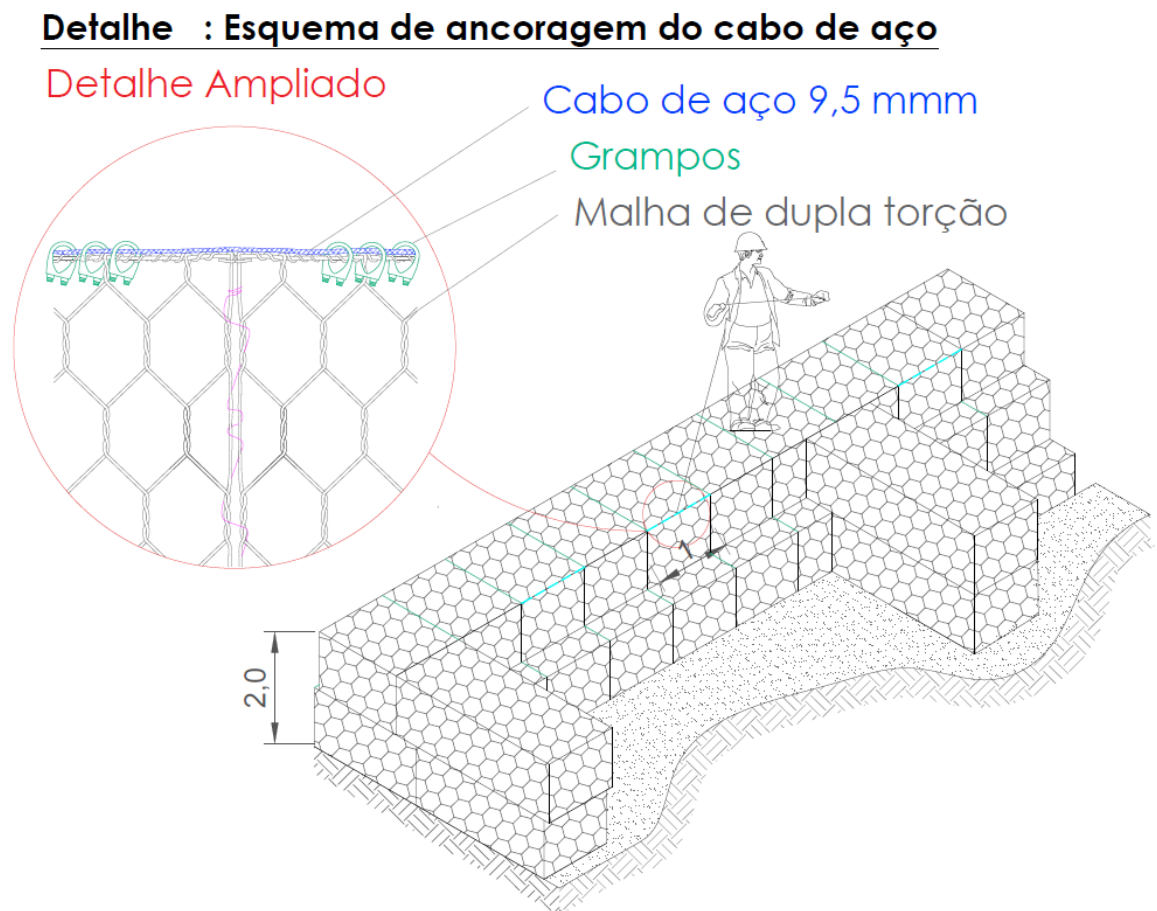
Essas considerações são essenciais para garantir a segurança dos trabalhadores em diferentes situações, desde a prevenção de quedas até a restrição de movimento em locais elevados. É crucial analisar os esforços nos pontos de ancoragem para assegurar que a estrutura onde a linha de vida será instalada seja capaz de suportar as cargas em caso de queda. Essa análise cuidadosa é fundamental para garantir a eficácia do sistema como um todo e proteger a vida e a integridade dos trabalhadores.

4 RESULTADOS

4.1 Projeto do sistema de linha de vida

O local a ser analisado é um muro de gabião composto de pedras tipo rachão, de aproximadamente 15cm a 25cm e tela de dupla torção. O muro está em estágio inicial, porém já com 2,0 metros de altura, o que configura risco de queda segundo a NR 35. Apesar da altura total do muro de contenção atingir uma cota maior, o risco se inicia a partir do segundo metro de muro. Os pontos de instalação da linha de vida foram determinados conforme a mobilidade e limitação do trabalhador. Como se trata de uma linha de vida flexível horizontal móvel, dimensionada sob o conceito de restrição de movimento, o sistema de proteção vai sendo deslocado conforme a obra for avançando, assim a linha avança junto.

Figura 11: Esquema de ancoragem do cabo de aço



Fonte: Autor, 2024.

4.2 Dimensionamento da linha de vida para gabiões

Para o presente estudo, a linha de vida será estabelecida como de restrição de movimento e calculada considerando o vão independente de 1,0 m. Os dados de entrada para o dimensionamento estão considerados na tabela 1 e a aplicação com inserção dos dados na Tabela 3.

Tabela 3: Dados de entrada para dimensionamento da linha de vida

DADOS DE ENTRADA	Valor	Unid.
Peso do corpo	100	kg
Vão	1	m
Diâmetro do cabo	9,50	mm
Força de ruptura do cabo	6100	kgf
Número de pessoas	1	n
Comprimento do talabarte	1,4	m
Comprimento abs. Estendido	1,1	m
Distância posição recolhida a posição de trabalho	1,0	m

Fonte: Autor, 2024

Com os dados de entrada definidos, foram iniciados os cálculos para obtenção dos resultados com base no manual da CBIC.

1º passo: Cálculo do f_1

O valor da flecha deve ser menor que 3% do vão

$$f_1 = 0,03 * L$$

$$f_1 = 0,03 * 1 = 3\%$$

2º Passo: Cálculo de L1 (comprimento do cabo parabólico)

Quanto maior a flecha de montagem, menor a força de reação do cabo na ancoragem.

$$L1 = L \left(1 + \frac{2}{3} \left(\frac{f_1}{L/2} \right) \right)^2$$

$$L1 = 1 \left(1 + \frac{2}{3} \left(\frac{0,03}{1/2} \right) \right)^2 = 1002,4$$

3º Passo: Cálculo de f2 (flecha triangular considerando o comprimento L1 do cabo)

$$f2 = \sqrt{\left(\frac{L1}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

$$f2 = \sqrt{\left(\frac{1002,4}{2}\right)^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2} = 35mm$$

4º Passo: Cálculo do alongamento do cabo submetido a uma força de tração de valor qualquer T1

Para se calcular a flecha dinâmica f3, é necessário saber o alongamento que o cabo irá sofrer. Para isso é preciso saber qual a força de tração no cabo T1. Essa força depende da carga dinâmica sobre o corpo P e do ângulo formado pelo cabo de aço quando submetido a carga dinâmica, que depende de f3

$$\Delta L = \frac{TL1}{EA_c}$$

Onde,

ΔL = Alongamento do cabo submetido a uma força T

T = Força inicial adotada pra o início do cálculo de iteração

L1 = Comprimento do cabo com a flecha adotada

A_c = Área metálica do cabo (informação obtida nos catálogos dos fabricantes e cabo de aço)

E = Modulo elástico do cabo (retirado do manual técnico CIMAF = 9,5 X 105 kgf/cm² para cabo 6x19)

$$\Delta L = \frac{784 * 1002,4}{9500 * 0,416 * 9,5^2} = 2 mm$$

5º Passo: Cálculo da flecha dinâmica f3 para força adotada

$$f3 = \sqrt{\left(\frac{L1 + \Delta L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

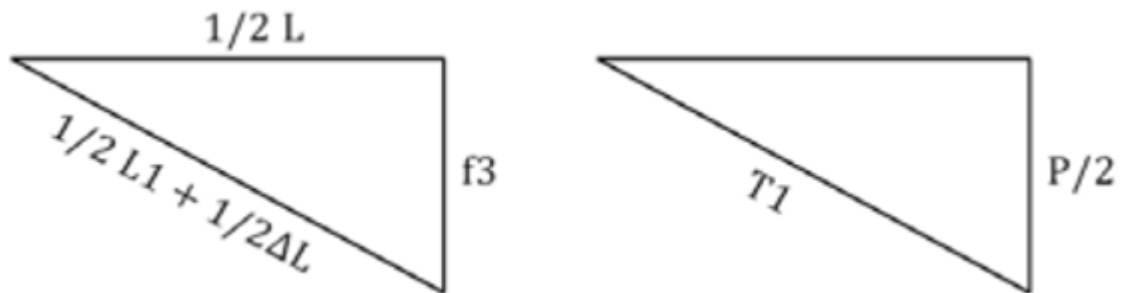
$$f3 = \sqrt{\left(\frac{1002,4 + 2}{2}\right)^2 - \left(\frac{1 * 1000}{2}\right)^2} = 48mm$$

6º Passo: Determinação da carga dinâmica vertical que atua perpendicularmente ao cabo

Considera-se que a máxima carga dinâmica que se deve ter no corpo em queda na desaceleração seja 600 kgf. Segundo as normas brasileiras, um corpo de 100kg em queda não pode ultrapassar 600kg de carga dinâmica. Considerando que a linha de vida em tela foi estabelecida como de restrição de movimento, a carga aplicada neste item é equivalente a carga estática estabelecida em 150kg.

7º Passo: Determinação da força no cabo de aço

O cálculo é iniciado considerando uma força qualquer T (força no cabo). Em seguida calcula-se a mesma força T1 por semelhança de triângulos.



A flecha máxima dividida pela metade do comprimento do cabo, tomando a metade do alongamento, será igual a metade da força no corpo dividida pela força no cabo por semelhança de triângulos.

$$\frac{f3}{(L1 + \Delta L)/2} = \frac{P/2}{T1} \text{ ficando } T1 = \frac{P(L1 + \Delta L)}{4 f3}$$

$$T1 = \frac{150(1002,4 + 2)}{4 * 48} = 784 \text{ kgf}$$

É comparada a força de tração T1 com a T adotada inicialmente. Se forem diferentes, é feita a interpolação dos dois valores. Os valores vão sendo testados até que se igualem, neste momento teremos o ponto de trabalho do sistema.

8º Passo: Força de tração T de projeto e fator de segurança

Com as forças T e T1 igualadas, está será a força de tração no cabo adotada para o projeto de dimensionamento do cabo de aço e ancoragem do sistema. O fator de segurança mínimo é de 2.

Considerando os dados iniciais e desenvolvimentos informados acima, a tabela 2 indica os resultados finais.

Tabela 4: Resultados para vãos individuais

CÁLCULOS		Unid.
Flecha (3%)	3%	%
Comprimento do cabo c 3% (L1)	1002,4	mm
DI alongamento cabo (ΔL)	2	mm
Flecha inicial parabólica (f1)	30	mm
Flecha inicial cabo reto (f2)	35	mm
Flecha total carga dinâmica (f3)	48	mm
Distância de frenagem	13	mm
Carga corpo (P)	150	kgf
Força no cabo (T1)	784	kgf
Força admissível (Fadm)	2440	kgf
Número de pessoas (n)	1	n
Coeficiente de utilização do cabo	32,14%	%
FATOR DE SERVIÇO DO CABO	6,22	

Fonte: autor, 2024.

5 DISCUSSÃO

5.1 Análise dos resultados

Após a análise dos resultados, constatou-se que o cabo de aço de 9,5 mm, conforme inicialmente sugerido, satisfaz plenamente os requisitos estabelecidos, assegurando um fator de segurança consideravelmente superior a 2.

Com base nas diretrizes da Norma Regulamentadora NR 18, é especificado que o cabo de aço deve ser capaz de suportar uma carga de ruptura de pelo menos cinco vezes a carga máxima de trabalho a que está sujeito, além de possuir uma resistência à tração mínima de 160 kgf/mm² em seus fios. No entanto, essa regulamentação entra em conflito com as orientações apresentadas no manual da CBIC, que estabelece um coeficiente de segurança mínimo de 2. Essa disparidade entre as normas sugere a necessidade de uma análise mais aprofundada para garantir a segurança dos trabalhadores e a conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos. Nesse sentido, pode-se dizer que o dimensionamento observado satisfaz as duas premissas, tanto a estabelecida no manual disponibilizado pela CBIC, quanto a premissa da NR-18, cujo coeficiente de serviço (ou segurança) seja superior a 5.

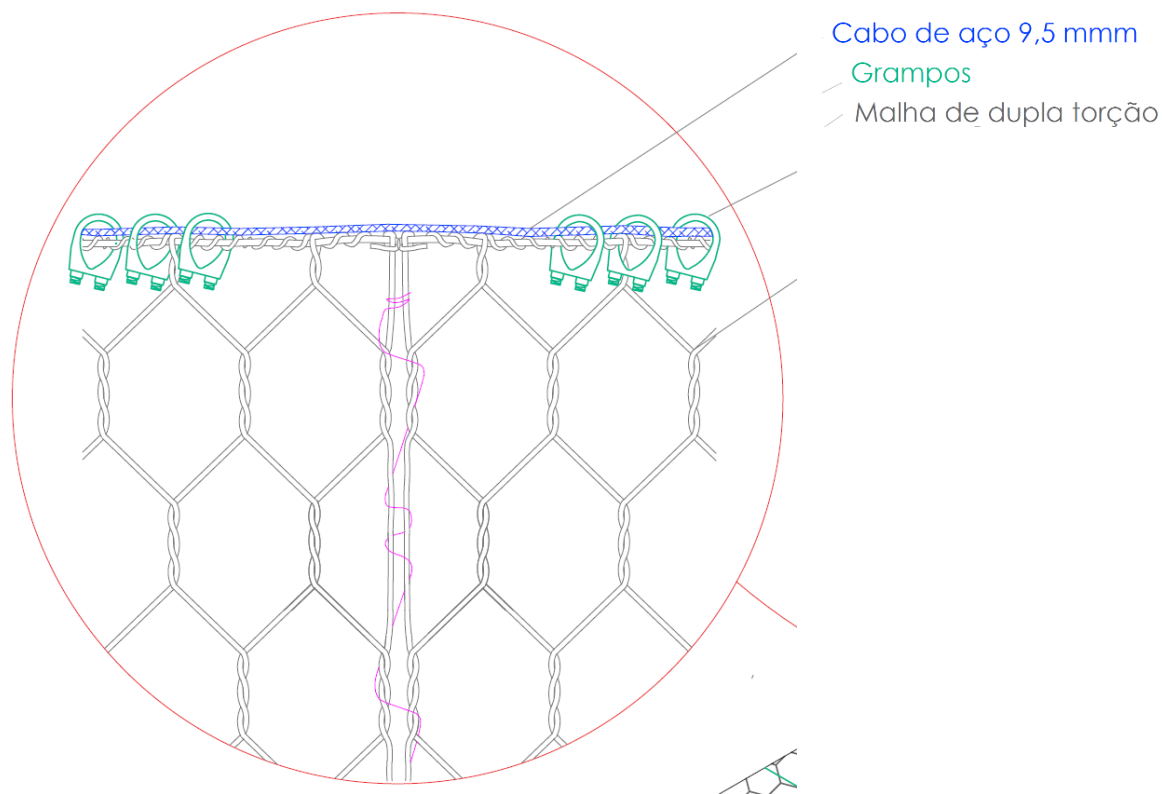
O coeficiente de utilização do cabo para essa aplicação foi calculado em 32,14%, significativamente abaixo do limite de 100%. Com base nesses dados, é possível concluir que o cabo de aço proposto inicialmente é considerado adequado e aprovado para uso.

Observando as normas da NR-18, a maioria dos pontos de ancoragem disponíveis no mercado apresenta resistência em torno de 1.500 kgf. Diante disso, considerando a força aplicada no cabo de aço, medida em 784 kgf, é necessário garantir que os pontos de ancoragem tenham uma resistência mínima de 1.568 kgf, conforme um coeficiente de segurança de 2. Portanto, é crucial buscar no mercado materiais que atendam a essa exigência de resistência para absorver a força aplicada, respeitando o coeficiente de segurança recomendado.

Uma avaliação válida e essencial a ser destacada refere-se aos pontos de fixação dos grampos à malha do gabião. É fundamental que esses pontos sejam fixados nas costuras de fábrica da caixa de gabião, pois dessa maneira é possível garantir que a fixação ocorrerá no ponto de maior resistência da malha. Conforme

exemplificado na Figura 12, que detalha de forma ilustrativa esse processo, a fixação nos pontos corretos da malha contribui significativamente para a segurança e estabilidade da estrutura de contenção.

Figura 12: detalhe da fixação do abo de aço na costura da caixa de gabião



Fonte: autor, 2024

5.2 Benefícios para a segurança no trabalho

A implementação de uma linha de vida para a execução de muros de gabião oferece uma série de benefícios para a segurança no local de trabalho. Primeiramente, ao fornecer uma linha de vida adequada, os trabalhadores têm a capacidade de se ancorar com segurança enquanto realizam suas tarefas em alturas elevadas, reduzindo drasticamente o risco de quedas e lesões graves.

Além disso, a presença de uma linha de vida bem instalada permite que os trabalhadores se movimentem com mais liberdade ao longo da área de trabalho, sem comprometer sua segurança. Isso resulta em uma execução mais eficiente das atividades, pois os trabalhadores podem se concentrar nas tarefas, sem o ônus de se preocuparem constantemente com a segurança pessoal.

Outro benefício importante é a tranquilidade proporcionada aos trabalhadores, sabendo que têm um sistema confiável de proteção contra quedas em vigor. Isso pode melhorar significativamente o moral da equipe e promover um ambiente de trabalho mais positivo e produtivo. Ao demonstrar um compromisso com a segurança dos trabalhadores através da implementação de uma linha de vida, as empresas podem melhorar sua reputação e atrair talentos, além de evitar potenciais penalidades legais e custos associados a acidentes de trabalho.

Em resumo, a aplicação de uma linha de vida para a execução de muros de gabião não apenas protege a vida e a integridade física dos trabalhadores, mas também promove eficiência, moral elevada da equipe e reputação positiva da empresa.

5.3 Limitações e desafios

Embora a implementação de uma linha de vida para a execução de muros de gabião traga inúmeros benefícios para a segurança no local de trabalho, também há algumas limitações e desafios a serem considerados.

Um desafio significativo é garantir que a linha de vida seja instalada corretamente e periodicamente inspecionada para garantir sua integridade e eficácia. Instalações inadequadas ou falhas na manutenção podem comprometer a segurança dos trabalhadores e aumentar o risco de acidentes.

Outra limitação é a necessidade de treinamento adequado para os trabalhadores sobre como usar e instalar corretamente a linha de vida e outros equipamentos de proteção contra quedas. A falta de treinamento ou conscientização

sobre os procedimentos de segurança pode comprometer a eficácia da linha de vida e aumentar o risco de acidentes.

Além disso, em alguns casos, a instalação de uma linha de vida pode ser vista como um obstáculo à produtividade, especialmente se o acesso à área de trabalho for restrito ou se a linha de vida interferir nas operações normais do local de trabalho.

Por fim, é importante lembrar que a linha de vida não elimina completamente o risco de quedas e acidentes no local de trabalho, já que depende da necessidade de conexão por parte do trabalhador. É apenas uma medida de segurança adicional e deve ser complementada por outras práticas de segurança, como avaliação de riscos, uso adequado de equipamentos de proteção individual e supervisão adequada no local de trabalho.

6 CONCLUSÃO

Em conclusão, a aplicação de uma linha de vida para a execução de muros de gabião é uma medida que contribui para garantir a segurança dos trabalhadores em alturas elevadas. Apesar dos benefícios significativos que essa prática oferece, como a prevenção de quedas e a promoção de um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo, também existem desafios e limitações a serem superados.

É crucial que as empresas e os trabalhadores estejam cientes dessas limitações e desafios e tomem medidas proativas para mitigá-las. Isso inclui garantir a instalação correta e a manutenção regular da linha de vida e fornecer treinamento adequado para os trabalhadores sobre o uso correto dos equipamentos de proteção contra quedas.

Apesar das dificuldades, investir na segurança dos trabalhadores é fundamental para proteger vidas, evitar lesões graves e promover um ambiente de trabalho saudável e produtivo. Ao enfrentar esses desafios com determinação e compromisso, as empresas podem criar locais de trabalho mais seguros e proteger o bem-estar de seus funcionários.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 11900:2016 – Terminal para cabo de aço. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 16325-1:2014 – Proteção contra quedas de altura – Parte 1: Dispositivos de ancoragem tipo A, B e D. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 16325-2:2014 – Proteção contra quedas de altura – Parte 2: Dispositivos de ancoragem tipo c. Rio de Janeiro, 2014.

AEAP BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. PREVIDÊNCIA SOCIAL. ARQUIVOS. disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/arquivos/copy_of_onlinte-aeps-2022-/aeps-2021. acesso em: [05/01/2024]

AEAT Brasil. Ministério da Economia. Previdência Social. Saúde e segurança do trabalhador: acidente de trabalho e incapacidade. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade, Acesso em: [05/01/2024].

BARROS, Pêrsio Leister de Almeida. Obras de Contenção – Manual Técnico. Maccaferri, 2017.

BRANCHTEIN, M. C. Análise de riscos do uso de um sistema de proteção contra quedas com linha de vida horizontal como proteção de periferia na construção civil brasileira, 2018.

BRASIL. NORMA REGULAMENTADORA Nº 18. PORTARIA SIT Nº 4390 DE 29 DE DEZEMBRO DE 2022. SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.

BRASIL. NORMA REGULAMENTADORA Nº 35. PORTARIA SIT Nº 313 DE 23 DE MARÇO DE 2012. TRABALHO EM ALTURA.

CBIC Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2022. Construção civil gerou mais de 190 mil postos de trabalho formais em 2022. Recuperado de [https://cbic.org.br/construcao-civil-gerou-mais-de-190-mil-postos-de-trabalho-formais-em-2022/#:~:text=Em%202022%2C%20o%20n%C3%BAmero%20de,no%20ano%20\(2%2C038%20milh%C3%B5es\)](https://cbic.org.br/construcao-civil-gerou-mais-de-190-mil-postos-de-trabalho-formais-em-2022/#:~:text=Em%202022%2C%20o%20n%C3%BAmero%20de,no%20ano%20(2%2C038%20milh%C3%B5es))

CBIC; SECONCIBRASIL; SESI. Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção. Serviço Social da Indústria, Brasília, 2017.

GEOSSINTEC, 2024.

GERSCOVICH, Denise; Danziger, Bernadete Ragoni; Saramago, Robson. Contenções: teoria e aplicações em obras. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 624 p. ISBN 978-85-7975-248-3. (CDD-624).

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. Quantidade de acidentes do trabalho por situação do registro e motivo segundo a classificação nacional de atividades econômicas (CNAE) no Brasil, 2022. Recuperado de https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade/arquivos/copy2_of_AEAT_2022/secao-i-estatisticas-de-acidentes-do-trabalho/subsecao-a-acidentes-do-trabalho/capitulo-1-brasil-e-grandes-regioes/1-1-quantidade-de-acidentes-do-trabalho-por-situacao-do-registro-e-motivo-segundo-a-classificacao-nacional-de-atividades-economicas-ctae-no-brasil-2018-2019

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. (s.d.). Saúde e segurança do trabalhador. Recuperado de https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade

INTER CABOS. (2024, 1 de março). Tabela do Clips Pesado. Recuperado de <https://www.intercabos.com.br/lista-completa-de-produtos/tabela-do-clips-pesado/>

Manual Consolidado da NR-35 2018

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. (2019). Norma Regulamentadora 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Recuperado de <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/nr18.pdf>

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br>. Acesso em: [12/12/2023]

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). (2022). Norma Regulamentadora 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

PATRICIO, Renato Pickler. Adequação do FMEA para Gerenciamento de Riscos em Obra de Infraestrutura, Após a Aplicação da Análise Preliminar de Risco na Execução de Muro de Gabião. Monografia. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

SAMPAIO, José Carlos de Arruda; SIMON, Wilson Roberto. Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida de Restrição para Indústria da Construção. Brasília: SESI, 2017.

SANTOS JUNIOR, Petrucio José dos. Gabiões e Estruturas de Arrimo: Análise teórico-numérico-experimental do comportamento mecânico. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, área de Estruturas e Geotécnica) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Tabela 9 – Descrição da escala do índice de risco

ÍNDICE DE RISCO E GERENCIAMENTO DAS AÇÕES		
ÍNDICE DE RISCO	TIPO DE	NÍVEL DE AÇÕES
até 3 (severidade < 3)	Riscos Triviais	Não necessitam ações imediatas.
de 4 a 6 (severidade < 4)	Riscos Toleráveis	Não requerem ações imediatas. Poderão ser implementadas em ocasião oportuna e com os recursos apropriados.
de 8 a 10 (severidade < 5)	Riscos Moderados	Requer ações, definição de prazo e responsabilidades para a implementação.
de 12 a 20	Riscos Relevantes	Exige a implementação imediata das ações (preventivas e de detecção). O trabalho pode ser liberado para execução com acompanhamento e monitoramento contínuo. Podem ser interrompidos caso apresente condições adversas.
> 20	Riscos Intoleráveis	Os trabalhos não poderão ser iniciados e se estiver em curso, deverão ser interrompidos de imediato e somente poderão ser reiniciados após implementação de ações corretivas e autorização.

Fonte: O autor, 2013.

Tabela 10 – APR realizada em campo

SEQUENCIA DAS ETAPAS DE TRABALHO	RISCO	CAUSA	DANO	FREQ.	SEV.	RIS.	PROCEDIMENTOS DE SEGURANCA RECOMENDADOS / MEDIDAS PREVENTIVAS	
1-MARCAÇÃO TOPOGRÁFICA	Atopamento	Uso de veículo	Lesões	1	2	2	Bom sinalização, colchonador no local adequado para execução do trabalho.	
	Pancadas nos membros (penetração)	Cravar estacas	Lesões e contusão	4	4	16	Uso de luvas adequadas para função	
	Corte e perfurações (farpas)	Manuseio de estacas	Corte	4	2	8	Uso de luvas adequadas para função, uso de bota de borracha com longo.	
	Radiação não ionizante (radiação solar)	Pernanecer na obra a céu aberto	Queimaduras e lesões na pele	3	3	9	Uso de uniforme de algodão com mangas compridas e protetor solar.	
	Uso de ferramenta inadequada	Ferramentas de trabalho	Fatiga, lampejo e lesões	3	2	6	Ferramentas sempre em bom estado	
2-ESCAVAÇÃO	Ruído contínuo ou intermitente	Ambiente da obra e operar máquinas e equipamentos próximos.	Dor de cabeça, surdez temporária, perda auditiva permanente	2	3	6	Uso de protetor auricular	
	Pancadas generalizadas	Movimentação de equipamento e ferramentas	Contusão, lesão grave	4	3	12	Pernanecer distante do giro da escavadeira.	
	Queda de funcionamento	Máquina de nível	Lesão	4	3	12	Delimitar com cones e fita zebra limite de risco.	
	Radiação não ionizante (radiação solar)	Pernanecer na obra a céu aberto	Queimaduras e lesões na pele	3	3	9	Uso de uniforme de algodão com mangas compridas e protetor solar.	
	Vibrações	Máquinas e equipamentos utilizados na obra	Cansaco, irritação, dores nos membros, dores na coluna	2	2	4		
	Poeiras	Serviços de escavação	Pneumocicones	3	3	9	Solicitar aterções funcionais envidada na frente de serviço, segar a sinalização e utilização de EPIs	
	Desmencamento e soterramento	Durante a escavação do solo (talud)	Tombamento do equipamento, soterramento e asfixia	4	4	16	Estudar em todo dos locamento de máquina a resistência do terreno, observar existências de rãos e fôrãneas, cuidado com comprometimento da estabilidade sob a máquina. Isolamento da área	
	3-REGULARIZAÇÃO COM RETROESCAVADEIRA	Desmencamento e soterramento	Do solo escavado/altitude	Tombamento do equipamento, soterramento, lesões	4	4	16	Nunca escavar em curvães, proibir aproximação de equipamentos pesados na borda da vala.
		Ruído contínuo ou intermitente	Ambiente da obra e operar máquinas e equipamentos próximos.	Dor de cabeça, surdez temporária, perda auditiva permanente	2	3	6	Uso de protetor auricular
		Pancadas	Movimentação de equipamento e ferramentas	Contusão, lesão grave	4	3	12	Delimitar área para pessoas não participantes no processo, obedecer ao momento exato para executar o comando
Ruído contínuo ou intermitente		Ambiente da obra e operar máquinas e equipamentos próximos.	Dor de cabeça, surdez temporária, perda auditiva permanente	2	3	6	Uso de protetor auricular.	
Penetração		Equipamento e ferramentas	Esmagamento	3	3	9	Obedecer ao momento exato para executar o comando.	
4-CARGA E TRANSPORTE TELAS COM MUCK	Penetração	Tela de galvão	Esmagamento	4	4	16	Utilizar luva de rapa, apenas pessoas treinadas.	
	Cargas suspensas sobre funcionamento	Movimentação de carga	Lesão grave	3	4	12	Proibir a permanência de colaboradores sob cargas suspensas.	

Tabela 10 – APR realizada em campo (Continuação)

SEQUENCIA DAS ETAPAS DE TRABALHO	RISCO	CAUSA	DANO	FREQ.	SEV.	RIS.	PROCEDIMENTOS DE SEGURANCA RECOMENDADOS / MEDIDAS PREVENTIVAS
5-MONTAGEM E ARAMACÃO DOS CESTOS	Má manipulação das peças de aço	Preparação e revestimento do gabalo	Cortes	4	3	12	Montar o queleto fora do local determinado, proibir pessoas não envolvidas no processo, manter local limpo e organizado.
	Atrazo físico inadequado	Pouco revestimento do gabalo e falta de espaço nas mangueiras e ossos	Esmagamento de dedos	4	3	12	Direitos com o tipo físico adequado, manter local limpo e organizado, classificar pedras por tamanho
	Radiações não ionizantes (radiação solar)	Pernanecer na obra a céu aberto	Queimaduras e lesões na pele	3	3	9	Uso de uniforme de algodão com mangas compridas e protetor solar.
	Projeção de partículas ou corpo estranho na vista	Corte do arame, agulhas ou fio metálico	Lesões oculares	3	3	9	Usar óculos de segurança contra impacto
6-MONTAGEM DA FORMA DE SUSTENTACÃO	Prensagem	Poucamento das moélas	Esmagamento e lesões nos dedos	3	3	9	Usar protetora, manusear adequadamente as materiais, dimensionar espaço físico
	Radiações não ionizantes (radiação solar)	Pernanecer na obra a céu aberto	Queimaduras e lesões na pele	3	3	9	Uso de uniforme de algodão com mangas compridas e protetor solar.
	Perfurações com prago	Preparação dos moldes com madeira	Corte contínuo	3	2	6	Ao realizar manobras com madeira ter cuidado para não atingir o colega, selecionar a madeira com antecedência em outro local, determinar ardo de apontado, manusear com cuidado a máquina utilizada anteriormente evitando assim superfícies pontiagudas.
7-LANÇAMENTO MANUAL DO CESTO	Prensagem	Poucamento do gabalo	Esmagamento e lesões nos dedos	4	3	12	Combinar manobra com todos em sintonia, colocação na caixa com cuidado, revisar local a ser utilizado para melhor posicionamento do encaixe.
	Radiações não ionizantes (radiação solar)	Pernanecer na obra a céu aberto	Queimaduras e lesões na pele	3	3	9	Uso de uniforme de algodão com mangas compridas e protetor solar.
	Postura inadequada	Distúrcio a manobra de lançamento do cesto e arrastar físico	Enxaque	3	2	6	Gratificação laboral.
8-LANÇAMENTO PEDRA BACHÃO E ABRUMACÃO DA CAIXA	Pancada na cabeça	Enchimento mecânico camada de pedra	Lesão grave	2	3	6	Uso de capacete de segurança.
	Superfície irregular	Entalada nas curvas do gabalo	Lesões e escoriações	3	3	9	Entrar no cesto quando o mesmo já estiver com boa quantidade de pedras ganadas
	Prensagem	Camada de pedra rachada	Escoriações	3	2	6	Utilizar lava de nitrofen
	Radiações não ionizantes (radiação solar)	Pernanecer na obra a céu aberto	Queimaduras e lesões na pele	3	3	9	Uso de uniforme de algodão com mangas compridas e protetor solar.
	Postura inadequada	Escapulo de arrumação dentro do cesto	Enxaque	3	2	6	Trabalhar com limite produtivo por cesto, alternar atividades entre colaboradores da frente
	Corpo estranho na vista	Pó de pedra, corte do arame e/ou fio metálico	Complicações oculares	3	2	6	Uso de óculos de segurança contra impacto
9-FECHAMENTO DA TAMPA	Queda de funcionamento	Máquina de nivel	Lesão, escoriações	4	3	12	Ao subir ou descer utilizar-se acesso seguro, evitar correrias, manter local limpo e organizado.
	Radiações não ionizantes (radiação solar)	Pernanecer na obra a céu aberto	Queimaduras e lesões na pele	3	3	9	Uso de uniforme de algodão com mangas compridas e protetor solar.
	Corpo estranho na vista	Pó de pedra e/ou fio metálico	Complicações oculares	2	2	4	Utilização de óculos de segurança contra impacto.

Fonte: O autor. 2013.

ANEXO B – DETALHAMENTO DO PROJETO

Detalhe 1: Perspectiva Esquemática do Contraforte de Fechamento Sem Escala

Detalhe : Esquema de fixação dos grampos

DetalheN: Amarração da Malha e Tirantes Sem escala

Tirantes (4 por m²)

1.00 1.00 1.00

Vista 1 (Superior)

Vista 2 (Frontal)

1.00

Detalhe do Preenchimento e atiramento (4 por m²)

Detalhe : Esquema de ancoragem do cabo de aço

Detalhe Ampliado

Cabo de aço 9,5 mm

Grampos

Malha de dupla torção

NOTA:

1. Este projeto foi elaborado com base em informações fornecidas pelo cliente e não se responsabiliza por eventuais erros ou omissões.

2. O projeto foi elaborado de acordo com as normas vigentes em vigor no Brasil e no exterior.

3. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

4. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

5. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

6. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

7. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

8. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

9. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

10. O projeto não considera a possibilidade de ocorrência de fenômenos não previstos, tais como: sismos, deslizamentos, etc.

CADASTRO PRO	PROJETO DE OBRAS	MH-0000-XI-XX-CONSULTORIA	
REP. REVISOR	ELABORADOR	MILENA HAAS	RS 249549
NOME DO CLIENTE			
Rua, Número, Bairro, Cidade – Estado			
PROJETO ANCORAGEM – MURO DE CONTENÇÃO EM GABIÃO			
CONTRIBUIÇÃO PARA TCC			
PROJ. Nº	05-0000-01-0001	CCB	ME/2023
ETAP. Nº	1/2023	ETAP.	XX/XX/2023
PROJ. Nº	05-0000-01-0001	CCB	ME/2023
ETAP. Nº	1/2023	ETAP.	XX/XX/2023

Fonte: Autor, 2024.