



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Ilha Solteira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**OLIVY PELOSI NETO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE  
DIFERENTES MÉTODOS DE CONTENÇÃO**

Ilha Solteira  
2022

**OLIVY PELOSI NETO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE  
DIFERENTES MÉTODOS DE CONTENÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –  
Unesp como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Adriano Souza  
**Orientador**

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P392a Pelosi Neto, Olivy.  
Análise comparativa de custos para implementação de diferentes métodos de contenção / Olivy Pelosi Neto. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022  
56 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -  
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Adriano Souza  
Inclui bibliografia

1. Taludes. 2. Obras de contenção. 3. Custo de execução.

*Raiane da Silva Santos*  
Raiane da Silva Santos

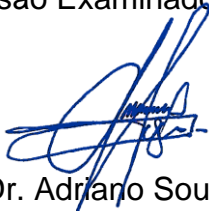
**Olivy Pelosi Neto**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE  
DIFERENTES MÉTODOS DE CONTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Ilha Solteira.

**Aprovado em 15/07/2022**

Comissão Examinadora



Prof. Dr. Adriano Souza

UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira (Orientador)



Prof.ª Dr.ª Claudia Scoton Antonio Marques

UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira



Prof. Dr. Marco Antônio de Moraes Alcantara

UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira

Ilha Solteira, 15 de julho de 2022

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à minha mãe, Marcy, que sempre me deu apoio e incentivo durante toda a minha vida.

Aos meus avós, Keisuke e Hiroko, que ajudaram a me criar e educar, servindo também de incentivo para seguir a carreira de engenheiro civil.

Aos amigos que fiz durante esses últimos 5 anos, que estudaram, choraram e chegaram até aqui comigo.

Aos meus primos, que me permitiram aprender junto deles nas diversas áreas de atuação do engenheiro civil.

Ao professor Adriano Souza, por se disponibilizar a me auxiliar e orientar neste trabalho.

À UNESP, por possibilitar esses 5 anos de experiências, conhecimentos e vivência.

A todos, meu muito obrigado.

## RESUMO

Com o grande crescimento populacional ocorrendo em território nacional, diversas obras são necessárias para que ocorra um correto uso e ocupação de solo, a fim de garantir uma obra segura. Além de contenções para pequenos taludes em locais para habitação, há também cenários onde importantes rodovias precisam seguir caminho entre morros e montanhas, sendo mais uma vez necessária a construção de obras de contenção. Existem diversas metodologias de contenção em prática atualmente, cada qual com suas características e necessidades. Por meio de tabelas orçamentárias e pesquisas de mercado, este estudo comparou o método de solo grampeado com o de muro de gabião no que diz respeito ao seu custo de execução, para a situação estudada no trabalho “Avaliação de dois sistemas de contenção para implantação em taludes: Estudo de caso aplicado a um talude-tipo da zona industrial norte do município de Joinville – SC” de Maria Eduarda Paul, realizado em 2021. Concluiu-se que a solução em muro de gabião apresentou um custo inferior ante a solução em solo grampeado, sendo, portanto, a melhor escolha em termos de viabilidade econômica.

Palavras-chave: taludes, obras de contenção, custo de execução.

## **ABSTRACT**

With the great population growth occurring in the national territory, several works are necessary for a correct use and occupation of land, in order to guarantee a safe work. In addition to retaining walls for small slopes in residential areas, there are also scenarios where important highways need to follow the path between hills and mountains, once again it is necessary to build retaining walls. There are several containment methodologies in practice today, each with its own characteristics and needs. Through budget data and market research, this study compared the soil nailing method with the gabion wall method with regard to its cost of execution, for the situation studied in the work "Evaluation of two containment systems for implementation in slopes: A case study applied to a typical slope in the northern industrial area of the municipality of Joinville - SC" by Maria Eduarda Paul, carried out in 2021. It was concluded that the gabion wall solution had a lower cost compared to the soil solution stapled, thus being the best choice in terms of economic viability.

Key-words: slopes, containment walls, cost of execution.

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO .....	8
2.	OBJETIVO.....	9
2.1.	Objetivo geral.....	9
2.2.	Objetivo específico .....	9
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	9
3.1.	Estabilidade de Taludes .....	9
3.2.	Estruturas de contenção à gravidade .....	11
3.2.1.	Muro de gabião .....	11
3.2.2.	Tela de alta resistência.....	16
3.3.	Estruturas de contenção em solo reforçado .....	17
3.3.1.	Solo Grampeado .....	17
3.3.2.	Terra armada .....	19
3.3.3.	Cortina atirantada .....	22
3.4.	Drenagem .....	23
3.4.1.	Drenagem superficial .....	23
3.4.2.	Drenagem profunda.....	24
3.5.	SINAPI.....	25
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1.	Simulação de custos .....	26
4.1.1.	Muro de Gabião.....	27
4.1.2.	Solo Grampeado .....	33
4.2.	Drenagem .....	51
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	52
5.1.	Análise comparativa dos custos de implementação .....	52
6.	CONCLUSÕES .....	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55



## 1. INTRODUÇÃO

Estruturas de contenção ou de arrimo são obras civis construídas com a finalidade de prover estabilidade contra a ruptura de maciços de terra ou rocha. São estruturas que fornecem suporte a estes maciços e evitam o escorregamento causado pelo seu peso próprio ou carregamentos externos (BARROS, 2018).

Desde a antiguidade, há registros da utilização de muros de arrimo na construção civil, apesar de não haver um embasamento de cálculo na época. Essas estruturas trabalham contrapondo os esforços causados pelo empuxo lateral do solo. Hoje, existem diferentes métodos de dimensionamento para essas estruturas, mas todas consistem em analisar o equilíbrio da própria estrutura com o maciço de solo, por meio dos estudos de permeabilidade, resistência, deformabilidade e o peso próprio.

Do lado do maciço, devem ser considerados seu peso próprio, resistência, deformabilidade e geometria. Além disso, são necessários dados sobre as condições de drenagem local e cargas externas aplicadas sobre o solo. Do lado da estrutura devem ser considerados sua geometria, material empregado e sistema construtivo adotado (BARROS, 2018).

O grande impacto que essas estruturas podem proporcionar na sociedade mostra como é importante que o estudo contínuo e inovações tecnológicas continuem de modo a desenvolver processos que facilitem a execução e diminua os custos de implantação.

A existência de diferentes métodos e variações de contenções faz com que, para diferentes cenários, alguns apresentem um melhor custo-benefício ante outro método. Desse modo, com o auxílio de tabelas orçamentárias e pesquisas de mercado, este estudo tem como finalidade comparar os custos de diferentes métodos para alguns cenários preestabelecidos e, assim, poder apontar quais métodos são mais indicados para cada situação, do ponto de vista financeiro. Entretanto, é importante ressaltar que existem diferentes casos nos quais alguns métodos não poderão ser aplicados, cabendo a um profissional qualificado fazer a análise de viabilidade.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo geral**

Comparar dois tipos de contenção, solo grampeado e muro de gabião, em relação ao custo de execução, para a situação estudada no trabalho “Avaliação de dois sistemas de contenção para implantação em taludes: Estudo de caso aplicado a um talude-tipo da zona industrial norte do município de Joinville – SC” de Maria Eduarda Paul, 2021.

### **2.2. Objetivo específico**

Revisar a bibliografia quanto aos princípios dos métodos, mostrando também o processo executivo dos mesmos. Possibilitar ao leitor conhecimento quanto ao uso de tabelas orçamentárias e precificação de serviços.

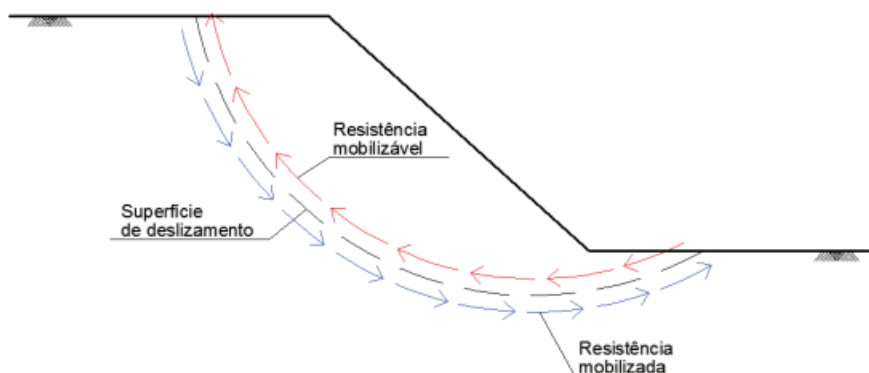
## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Estabilidade de Taludes**

A estabilidade de taludes é o estudo que define as condições de um talude quanto ao seu risco de deslizamento, identificando se é necessário, ou não, tomar medidas preventivas como obras de contenção. Uma das análises mais aceitas atualmente é a do Equilíbrio Limite.

A Teoria de Equilíbrio Limite é a filosofia de cálculo baseado nos métodos de equilíbrio limite conhecidos na bibliografia. É utilizada para determinar o equilíbrio de uma massa de solo, cuja rotura ocorre ao longo de uma superfície plana, circular, poligonal ou mista, que pode passar acima ou abaixo do pé de talude (SILVA, 2011).

O fundamento do Equilíbrio Limite procura encontrar um valor para um Fator de Segurança (FS). Este valor é encontrado ao se comparar esforços solicitantes com os esforços resistentes na superfície de estudo (Figura 1).

**Figura 1:** Esforços solicitantes e resistentes.

Fonte: SILVA, 2011.

Como dito anteriormente, o FS é calculado ao se comparar os esforços atuantes, como pode ser observado na Equação 1.

$$FS = \frac{\int F_{resistentes}}{\int F_{solicitantes}} \quad (1)$$

em que:

- FS – Fator de segurança (adimensional);
- $F_{resistentes}$  – Forças resistentes;
- $F_{solicitantes}$  – Forças solicitantes;

O valor de FS calculado mostra o grau de estabilidade do talude em estudo, seguindo a classificação apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1:** Classificação do talude em função de FS.

Factor de Segurança (FS)	Estabilidade Relativa
FS < 1	Instável (rotura certa)
FS = 1	Equilíbrio instável
1 < FS < 1,5	Estabilidade precária
FS ≥ 1,5	Estável

Fonte: SILVA, 2011.

### 3.2. Estruturas de contenção à gravidade

As estruturas de contenção à gravidade utilizam do seu peso próprio para manter a estabilidade do conjunto estrutura-macizo. Dentro dessa classificação, pode-se citar muros de alvenaria de pedra, muros de concreto ciclópico, *crib wall* e muros de gabiões, por exemplo. Este último é um dos tipos mais utilizados nas obras de engenharia da atualidade.

#### 3.2.1. Muro de gabião

Os muros de gabião são um tipo de contenção à gravidade e sua versão mais moderna (Figura 2), com gaiolas metálicas, tem origem italiana. Consiste na utilização de elementos metálicos em telas de malha hexagonal de dupla torção, podendo ser preenchidos com diferentes tipos de materiais.

**Figura 2:** Muro de gabião.



**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

Dentre as principais características dos gabiões, BARROS (2018) cita sua permeabilidade ocasionada pelos espaços livres entre as pedras de enchimento e o seu alto grau de flexibilidade, por ser confeccionado com uma malha de alta resistência e flexibilidade.

Apesar da alta permeabilidade dessa estrutura, pode-se instalar sistemas de drenagem para evitar erosões e infiltrações excessivas no maciço. BARROS (2018) sugere nesses sistemas as canaletas, valetas, sarjetas, caixas de captação e também drenos profundos.

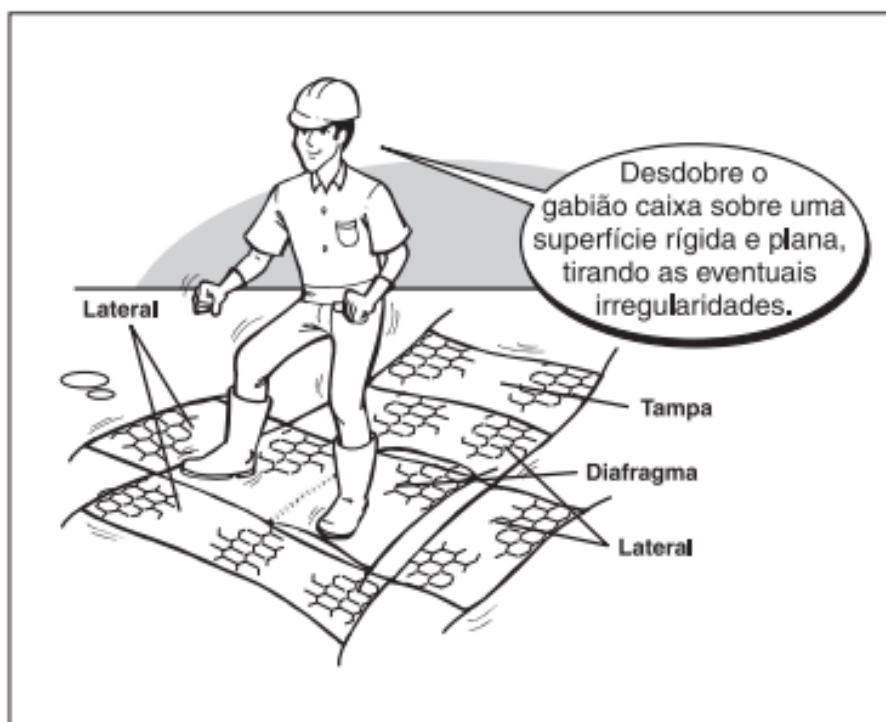
Os gabiões são também considerados estruturas monolíticas, uma vez que todos os seus elementos são intertravados por meio de amarrações em todas as arestas. Isso resulta em uma homogeneização das características de resistência ao longo de toda a estrutura.

De acordo com BARROS (2018), o tipo de malha metálica mais indicada deve ser produzido com arames de baixo teor de carbono, revestidos com liga de zinco 95%, alumínio 5% e terras raras, podendo possuir revestimento plástico. O revestimento desse arame evita a corrosão e faz com que a vida útil do material supere os 50 anos. O revestimento plástico deve ser aplicado quando a contenção estiver em ambientes litorâneos ou com alto grau de contaminação química.

Recomenda-se que o procedimento de instalação dos gabiões siga as instruções do Manual Técnico da Maccaferri:

Primeiro, deve-se retirar todas as imperfeições e irregularidades dos painéis com os próprios pés, como é mostrado na Figura 3.

**Figura 3:** Preparação para a montagem de um gabião.



**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

Em sequência, deve-se dobrar as faces de modo a formar um paralelepípedo aberto. As bordas devem ser conectadas com os próprios fios soltos ali presentes, conforme mostrado na Figura 4.

**Figura 4:** Posicionamento dos painéis laterais e diafragmas.



**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

As arestas verticais devem ser amarradas entre si com arame, separando o gabião em células iguais, como indica a Figura 5. A parte superior deve ser mantida aberta para posterior colocação do material de enchimento.

**Figura 5:** Costura das arestas com arame de amarração.



**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

Após o transporte e posicionamento das caixas montadas, faz-se a amarração de todos os elementos por meio de todas as arestas em contato, formando assim a primeira camada da estrutura de contenção, vide Figura 6.

**Figura 6:** Posicionamento dos gabiões antes do enchimento.

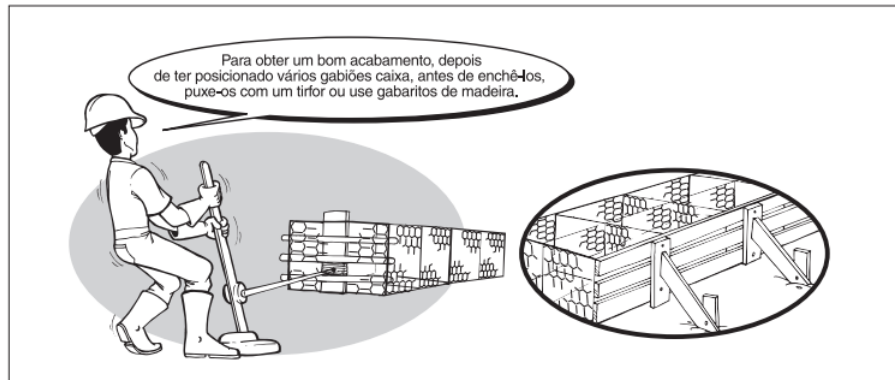


**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

Ressalta-se a importância de um estudo do solo no qual a estrutura será apoiada. Caso a resistência seja baixa, a camada superior deve ser substituída por material granular com boas características.

Para um bom acabamento, utiliza-se um tirfor ou gabaritos antes da fase de enchimento, como mostra a Figura 7.

**Figura 7:** Detalhe de utilização do tirfor ou gabarito.

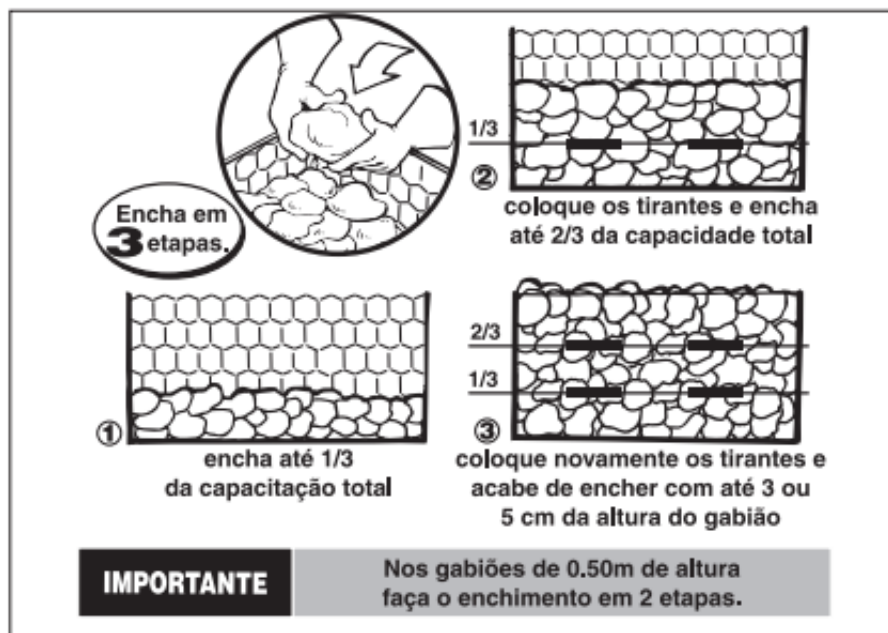


**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

A seguir, realiza-se o enchimento. No caso de pedras, deve-se atentar ao modo de acomodação das mesmas, de forma que o índice de vazios seja o menor possível. Para gabiões com 1,0 m de altura, a primeira camada não deve ultrapassar 0,30 m, enquanto que para gabiões com 0,50 m, a camada deve ser de, no máximo, 0,25 m. A cada camada posicionada, devem ser instalados dois tirantes (que funcionarão como tensores) por célula. Este procedimento está ilustrado na Figura 8.



**Figura 8:** Enchimento de um gabião com 1,0 m de altura.



**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

É importante que o processo de enchimento seja feito em todas as células do mesmo nível ao mesmo tempo, não ultrapassando uma diferença de 30 cm entre duas células vizinhas, de modo a evitar deformações entre elas.

Por fim, desdobra-se as tampas das células, amarrando-as com arame. Quando possível, a fim de manter um melhor travamento, amarrar todos os lados em contato com os gabiões adjacentes.

### 3.2.2. Tela de alta resistência

A utilização de telas metálicas de alta resistência são geralmente utilizadas em taludes de grandes alturas ou que apresentam uma alta instabilidade. A Figura 9 mostra uma aplicação do método.

**Figura 9: Exemplo de aplicação da tela de alta resistência.**



**Fonte: Maccaferri (2018).**

O seu processo construtivo nada mais é do que fixar as telas metálicas com chumbadores no próprio talude. A tela também é feita por uma malha hexagonal de dupla torção com arame de baixo teor de carbono, assim como no método de gabião. A área de é delimitada e reforçada com cabos fixados também nos eixos de ancoragem.

### **3.3. Estruturas de contenção em solo reforçado**

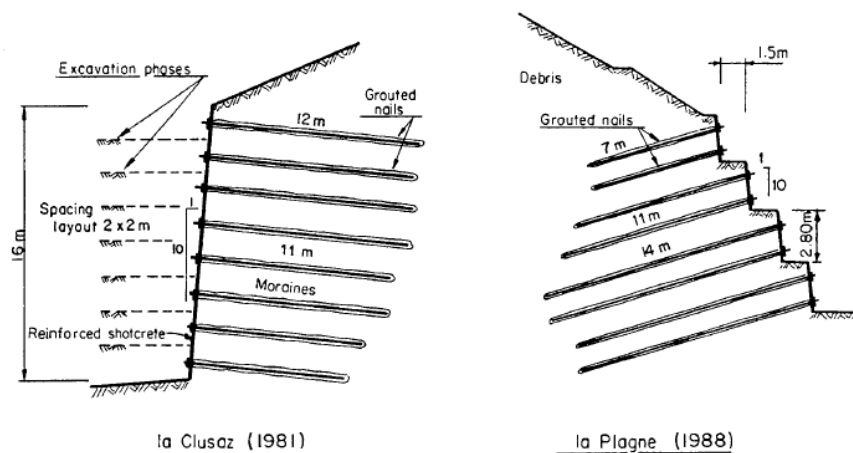
As estruturas de contenção em solo reforçado utilizam artifícios que promovem um aumento de resistência no maciço, por meio da inserção de grampos, tirantes e outros.

#### **3.3.1. Solo Grampeado**

A metodologia do solo grampeado se baseia na técnica *New Austrian Tunnelin Method* (NATM), utilizada na execução de suportes de galerias e túneis, desenvolvida por Landislau Von Rabcewicz.

O método consiste no reforço do solo ao passo que a construção avança, por meio da introdução de grampos que trabalham tracionados, podendo também resistir a esforços cortantes. Estes grampos são normalmente paralelos entre si, com uma leve inclinação para baixo (Figura 10).

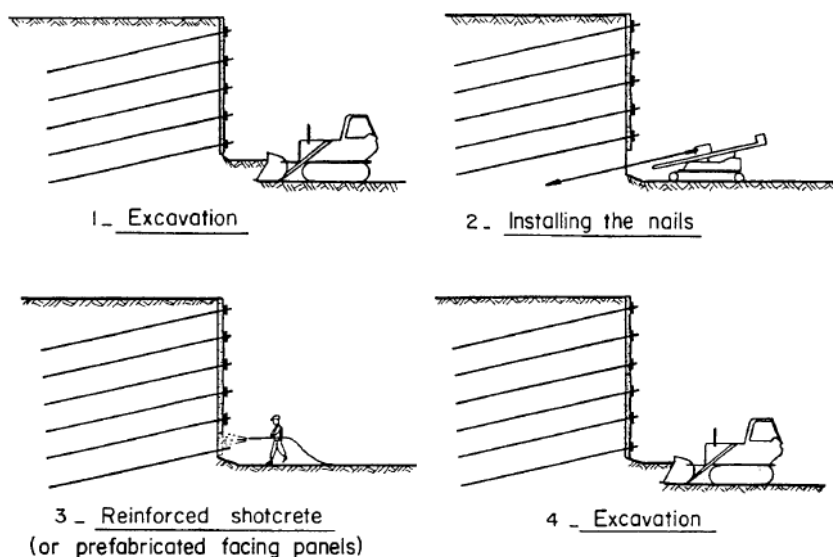
**Figura 10:** Esquema em corte do método Solo Grampeado.



**Fonte:** *Soil Nailing Recommendations* (1991).

A construção de uma contenção em solo grampeado se inicia do topo até embaixo, como pode ser visto na Figura 11.

**Figura 11:** Procedimento executivo do Solo Grampeado.



**Fonte:** *Soil Nailing Recommendations* (1991).

Em um primeiro momento, realiza-se a escavação, que se limita a 0,5 a 2,5 metros de profundidade, sendo mais comum entre 1 a 2 metros (verificar Quadro 2). Em sequência, insere-se os grampos no solo levemente inclinados

para baixo e se aplica uma camada de concreto projetado ou painéis pré fabricados. O processo se repete até alcançar o corte desejado no talude.

**Quadro 2:** Altura das etapas de escavação.

Tipo de solo	Incremento de escavação ( $H_{escav}$ )		
Pedregulho	0,5m (com coesão aparente)		1,5m (solo com cimentação)
Areia	1,2m (medianamente compacta, com coesão aparente)	1,5m (compacta, com coesão aparente)	2,0m (com cimentação)
Silte	1,2m		2,0m (função do teor de umidade)
Argila	1,5m (normalmente consolidada)		2,5m (sobreadensada)

Fonte: Gässler (1990).

Os grampos utilizados são normalmente feitos em aço ou fibra de vidro e são instalados de duas principais maneiras: perfuração e rejuntamento com calda de cimento ou por métodos percussivos.

A presença de água é um dos principais problemas a ser enfrentado na execução do solo grampeado. É de extrema importância a execução de um sistema de drenagem eficaz para evitar a geração de poropressões, além de evitar a deterioração da face da estrutura. Além dessas problemáticas, a água pode também ocasionar carreamento e possíveis rupturas do solo, e diminuir a resistência estrutural por meio da oxidação dos grampos inseridos no maciço.

CLOUTERRE (1991) recomenda a utilização de drenos horizontais profundos (DHP) e de superfície. No caso dos DHPs, estes devem possuir comprimento maior que o dos grampos, e o espaçamento varia com as condições locais. Na prática, os DHPs sofrem colmatagem e, por isso, possuem uma vida útil relativamente baixa. Entretanto, uma vez que se garanta as operações de manutenção, podem ser aplicadas em obras de contenção de caráter permanente. Uma explicação mais detalhada do processo executivo dos DHPs será feita no tópico 2.4.

### 3.3.2. Terra armada

A terra armada, assim como o solo grampeado, funciona por meio da introdução de materiais de reforço no solo. Para esse método, é mais comum o

uso de tirantes metálicos inextensíveis ou geossintéticos extensíveis, sendo este último mais recomendado para regiões com ambiente mais agressivo.

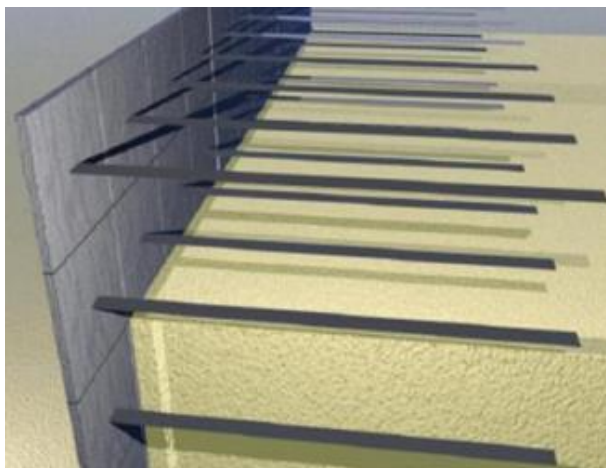
Essa técnica de contenção é capaz de vencer grandes alturas e também resistir a cargas elevadas, como máquinas, veículos e o seu próprio peso. O método funciona por meio da coesão, uma vez que os reforços metálicos interagem com o solo, tracionando o mesmo. De modo geral, pode-se dizer que a base da terra armada é o fenômeno do atrito.

Por utilizar placas na face de acabamento, a técnica de terra armada permite um acabamento mais sofisticado e viabiliza a utilização em locais que exigem uma estética mais refinada.

Diferentemente do solo grampeado, o processo de construção da terra armada se dá de baixo para cima, iniciando o processo com a retirada dos materiais da área, como vegetação, detritos e solo. Em sequência, deve ser feita uma soleira de nivelamento (sem função estrutural).

Após a base estar feita, inicia-se a montagem com os painéis, fiada a fiada, simultaneamente com o preenchimento do solo e disposição dos tirantes (Figura 12).

**Figura 12:** Disposição dos tirantes para contenção em Terra Armada.



**Fonte:** *Mechanically Stabilized Earth Wall – Inspector's Handbook* (2020).

Os painéis utilizados possuem pontos de ligação posicionados para receber os tirantes ou malhas. Além disso, os painéis também apresentam um sistema de travamento entre si, que permitem movimentos diferenciais (Figura 13).

**Figura 13:** Painéis pré moldados para Terra Armada.



**Fonte:** *Inspection Guidelines for Construction and Post-Construction of Mechanically Stabilized Earth Wall* (2002).

Como enchimento, diversos tipos de solo podem ser utilizados, entretanto, recomenda-se a utilização de solos com baixa granulometria e plasticidade, como areia ou brita (Figura 14). Isso permite uma compactação mais fácil, uma drenagem mais eficiente e confere maior durabilidade para o reforço metálico. Além desses, pode-se também utilizar materiais reciclados e concreto triturado.

**Figura 14:** Enchimento com solo para contenção em Terra Armada.



**Fonte:** *Mechanically Stabilized Earth (MSE) Retaining Walls* (reinforcedearth.com).

Segundo a *The Reinforced Earth Company*, a execução desse método não necessita de uma mão de obra especializada por apresentar uma montagem relativamente simples. Os equipamentos utilizados são triviais e possuem viabilidade para alturas elevadas. Em contrapartida, ocupa uma grande área atrás da estrutura para garantir a estabilidade necessária, e o material utilizado para o enchimento deve ser escolhido criteriosamente, o que pode não ser favorável economicamente. De maneira geral, a terra armada oferece um ótimo custo-benefício apesar das suas desvantagens.

### **3.3.3. Cortina atirantada**

A metodologia da cortina atirantada baseia seus princípios na transmissão de esforços de tração para o terreno através do bulbo de pressões.

Similar ao solo grampeado, a execução da cortina atirantada se dá de baixo para cima, fazendo as placas de concreto em concreto projetado ou moldado *in loco* e a perfuração do solo para a instalação e protensão do tirante.

De modo geral esse método vence grandes alturas e solos de baixa resistência, porém deve haver uma atenção especial no momento da inserção dos tirantes, que podem provocar movimentos diferenciais nas fundações próximas da obra.



Na Figura 15 é possível ver uma aplicação de cortina atirantada, juntamente com o seu sistema de drenagem.

**Figura 15:** Contenção em cortina atirantada.



Fonte: TECNOGEO.

### **3.4. Drenagem**

A presença de água no solo influencia o comportamento das estruturas de contenção de várias maneiras. Em primeiro lugar, os parâmetros de resistência ao cisalhamento do solo, em particular a coesão, diminuem quando a umidade aumenta. Também o peso específico do solo é aumentado pela presença de água nos vazios (BARROS, 2018).

O aumento de água no maciço faz com que o empuxo exercido pelo solo aumente consideravelmente, podendo superar as forças que mantêm a estrutura estável.

Desse modo, a execução de um sistema de drenagem eficiente garante uma segurança essencial para esses tipos de estrutura, visando uma maior segurança e vida útil da contenção.

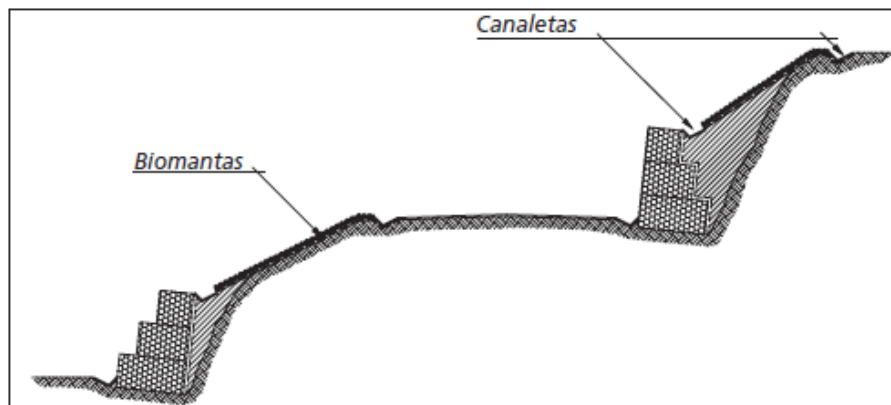
#### **3.4.1. Drenagem superficial**

A drenagem superficial faz uso de artifícios como canaletas e mantas, por exemplo (Figura 16). A água coletada na superfície do maciço é então



direcionada para pontos de coleta na área. O principal objetivo da drenagem superficial é diminuir o efeito da erosão e da infiltração no maciço, mantendo a resistência do terreno.

**Figura 16:** Sistemas de drenagem e de controle de erosão superficial.



**Fonte:** Obras de Contenção – Manual Técnico (2018).

Parte integrante do sistema de drenagem superficial são os dissipadores de energia, que devem ser posicionados de modo a diminuir o potencial erosivo das águas coletadas e transportadas.

Os resultados alcançados por meio desse sistema são satisfatórios, denotando um ótimo custo-benefício. Segundo Barros (2018), a instalação desse sistema superficial é imprescindível nas obras que estabilizam taludes de corte e aterro recém-implantados, por impedir a evolução dos processos erosivos superficiais dos quais esses tipos de talude estão sujeitos.

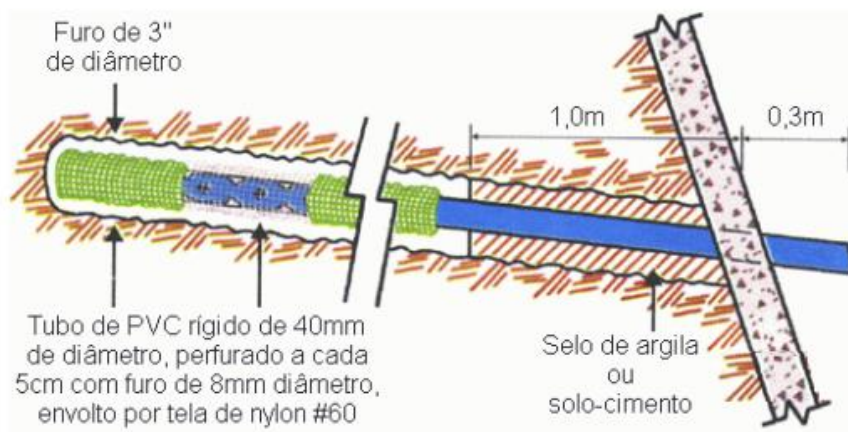
### 3.4.2. Drenagem profunda

No Manual Técnico da Maccaferri (2018), é explicado que o sistema de drenagem profunda visa captar as águas de percolação do maciço que estão presentes nos poros, fendas e fissuras possivelmente presentes. É importante ressaltar que deve haver, necessariamente, um sistema de drenagem superficial, que receberá essas águas retiradas do interior do maciço e as conduzirá para a destinação final. Dentre os tipos de drenagem profunda, cita-se os drenos sub-horizontais, poços de alívio ponteiros, trincheiras drenantes e galerias.

Em encostas naturais e taludes de corte, os processos mais empregados são os que utilizam drenos sub-horizontais (também conhecidos por drenos horizontais profundos “DHP”), geralmente de pequeno diâmetro e executados em grande número (BARROS, 2018).

Para os drenos profundos, é recomendado a utilização de tubos de diâmetro entre 40 e 50 mm, em perfurações de 60 a 100 mm. Esses tubos devem ser perfurados e recobertos por uma manta geotêxtil ou tela de nylon. Um esquema de configuração desses drenos pode ser visto na Figura 17.

**Figura 17:** Detalhe do dreno profundo.



**Fonte:** ABMS / ABEF (1999).

### 3.5. SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é uma tabela desenvolvida pela Caixa Econômica Federal e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que fornece custos e índices de inúmeros serviços e insumos da construção civil no Brasil. Enquanto a Caixa disponibiliza as especificações de insumos e composições de serviços, o IBGE se responsabiliza pela análise mensal dos preços de todos os estados do país.

O Sistema é regido pelo Decreto nº 7.983, de 2013, que “estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União” (Fascio, 2018).

Na SINAPI, existem características específicas para que o acesso e uso seja facilitado pelo usuário. Os insumos e composições, por exemplo, têm os preços definidos por alguns métodos: coletado (C), coeficiente de representatividade (CR) ou especificamente para o estado de São Paulo (AS). Já a mão-de-obra possui seus valores por Encargos Sociais, Desonerado e Não Desonerado. A Figura 18 mostra alguns serviços disponíveis na tabela SINAPI.

**Figura 18:** Exemplo de alguns serviços da tabela SINAPI.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
93585	EXECUÇÃO DE GUARITA EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA , NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF_04/2016	M2	CR	1.260,21
98441	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, EXTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6 M², SEM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	152,69
98442	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, EXTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6 M², SEM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	156,02
98443	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, INTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6 M², SEM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	133,48
98444	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, INTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6 M², SEM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	135,85
98445	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, EXTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6 M², COM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	184,63
98446	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, EXTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6 M², COM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	237,74
98447	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, INTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6 M², COM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	157,83
98448	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA SIMPL ES, INTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6 M², COM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	199,19
98449	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA DUPLA , EXTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6 M², SEM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	194,02
98450	PAREDE DE MADEIRA COMPENSADA PARA CONSTRUÇÃO TEMPORÁRIA EM CHAPA DUPLA , EXTERNA, COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6 M², SEM VÃO. AF_05/2018	M2	CR	198,89

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Simulação de custos

Feita a apresentação dos materiais e processos executivos dos métodos de contenção em estudo, é possível calcular as estimativas de custo para os dimensionamentos realizados por Paul (2021).

O maciço natural apresenta 30,48 metros de comprimento que, apesar de ser em curva, será considerado um valor de 30 metros de modo linear, a fim de facilitar os cálculos. A altura total do maciço é de 23 metros. As considerações feitas apresentam um percentual desprezível para a grandeza da análise. A Figura 20 mostra o maciço em estudo.

**Figura 19:** Imagem do maciço.



**Fonte:** Google Earth (2022).

A tabela SINAPI utilizada é a que apresenta valores não desonerados, e é referente a março de 2022. Serão apresentados os valores sintéticos, juntamente com a composição detalhada de cada item.

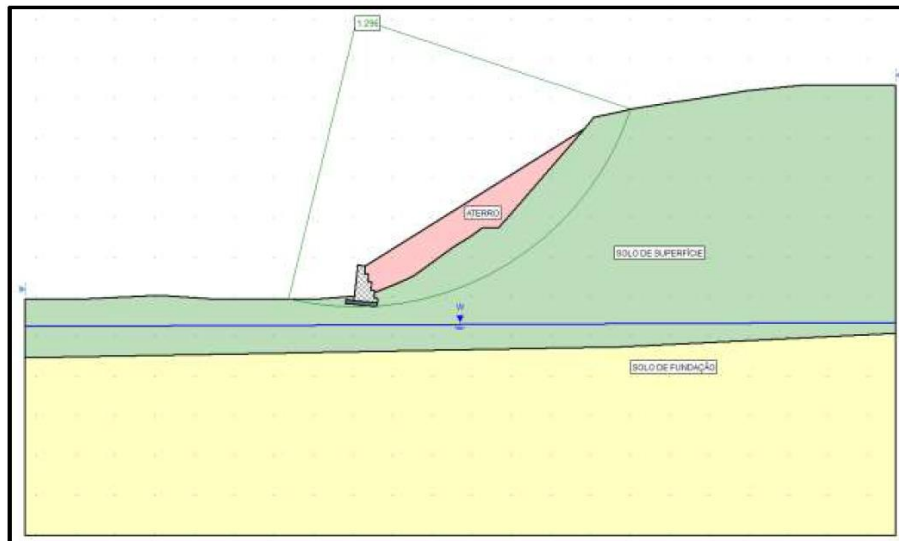
#### **4.1.1. Muro de Gabião**

As simulações feitas por Paul (2021) retornaram as seguintes especificações de projeto (relevantes para este estudo):

- a) Altura do muro de gabião: 5 m;
- b) Dimensões dos gabiões usados:
  - a) 1 m de comprimento x 1 m de altura;
  - b) 1,5 m de comprimento x 1 m de altura;
  - c) 2 m de comprimento x 1 m de altura;
  - d) 2,5 m de comprimento x 1 m de altura;
  - e) 3,5 m de comprimento x 1 m de altura;

A disposição da contenção pode ser vista no esquema da Figura 19:

**Figura 20:** Dimensionamento do muro de gabião.



Fonte: Paul (2021).

Para adequação ao uso da tabela SINAPI, os cálculos serão feitos para a composição 92745, como mostra a Figura 21.

**Figura 21:** Composição da situação do muro de gabião.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO..... CAIXA REFERENCIAL				
92744	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, DE GRAVIDADE, COM GAIOLAS DE COMPRIMENTO IGUAL A 5 M, PARA MUROS COM ALTURA MENOR OU IGUAL A 4 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	537,41
92745	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, DE GRAVIDADE, COM GAIOLAS DE COMPRIMENTO IGUAL A 2 M, PARA MUROS COM ALTURA MAIOR QUE 4 M E MENOR OU IGUAL A 6 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	724,51
92746	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, DE GRAVIDADE, COM GAIOLAS DE COMPRIMENTO IGUAL A 5 M, PARA MUROS COM ALTURA MAIOR QUE 4 M E MENOR OU IGUAL A 6 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	645,63
92747	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, DE GRAVIDADE, COM GAIOLAS DE COMPRIMENTO IGUAL A 2 M, PARA MUROS COM ALTURA MAIOR QUE 6 M E MENOR OU IGUAL A 10 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	806,26
92748	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, DE GRAVIDADE, COM GAIOLAS DE COMPRIMENTO IGUAL A 5 M, PARA MUROS COM ALTURA MAIOR QUE 6 M E MENOR OU IGUAL A 10 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	707,75
92749	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, COM SOLO REPORCADO, PARA MUROS COM ALTURA MENOR OU IGUAL A 4 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	825,13
92750	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, COM SOLO REFORÇADO, PARA MUROS COM ALTURA MAIOR QUE 4 M E MENOR OU IGUAL A 12 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	1.421,49
92751	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, COM SOLO REFORÇADO, PARA MUROS COM ALTURA MAIOR QUE 12 M E MENOR OU IGUAL A 20 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	1.767,64
92752	MURO DE GABIÃO, ENCHIMENTO COM PEDRA DE MÃO TIPO RACHÃO, COM SOLO REFORÇADO, PARA MUROS COM ALTURA MAIOR QUE 20 M E MENOR OU IGUAL A 28 M FORNECIMENTO E EXECUÇÃO. AF_12/2015	M3	CR	2.112,17

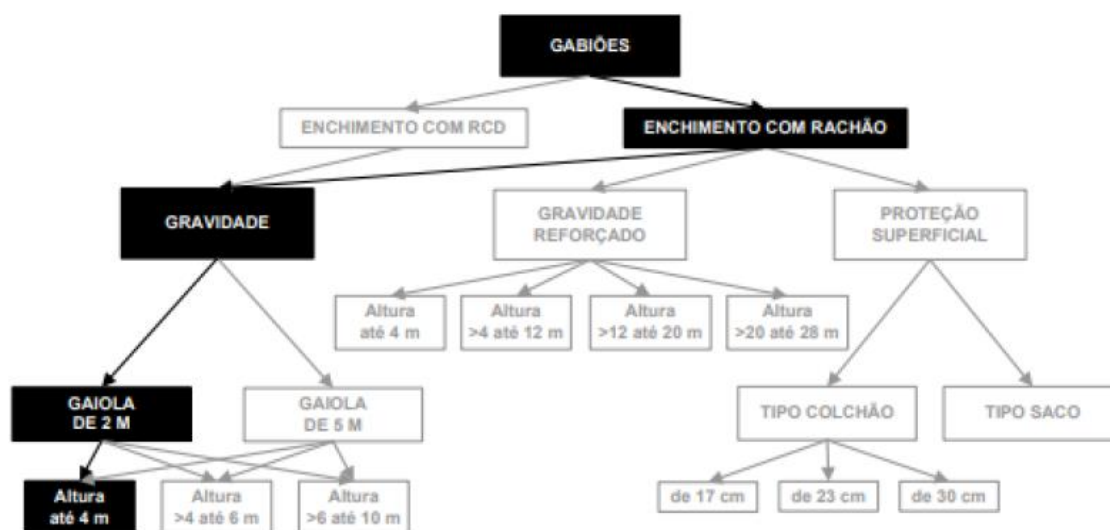
Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

Composição 92745: Muro de gabião, enchimento com pedra de mão tipo rachão, de gravidade, com gaiolas de comprimento igual a 2 m, para muros

com altura maior que 4 m e menor ou igual a 6 m. Fornecimento e execução. AF\_12/2015. (Composição detalhada na Tabela 1).

A Figura 22 mostra a Árvore de Fatores utilizada para definir a composição a ser utilizada.

**Figura 22:** Composição da situação do muro de gabião.



**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).

A sequência utilizada para definir a composição é: Gabiões > Enchimento com rachão > Gravidade > Gaiola de 2 m > Altura 4 até 6 m.

**Tabela 1:** Composição 92745 analítico.

COMPOSIÇÃO 92745						
CODIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE ITEM	ORIGEM DE PREÇO ITEM	COEFICIENTE	PREÇO UNITARIO	CUSTO TOTAL
3309	GABIAO TIPO CAIXA MALHA HEXAGONAL 8 X 10 CM (ZN/AL), FIO 2,7 MM, H = 0,50 M	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,533	470,65	250,85
4011	GEOTEXTIL NAO TECIDO AGULHADO DE FILAMENTOS CONTINUOS 100% POLIESTER, RESITENCIA A TRACAO = 10 KN/M	M2	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,72	6,5	4,68
4460	SARRAFO NAO APARELHADO *2,5 X 10* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,567	9,88	5,6
4730	PEDRA DE MAO OU PEDRA RACHAO PARA ARRIMO/FUNDACAO (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE)	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	1,3	61,25	79,62
5063	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 14 X 18 (1 1/2 X 14)	KG	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,002	21,24	0,04
5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	COLETADO	0,184	198,9	36,59
5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	COLETADO	0,799	83,24	66,5
40438	GABIAO TIPO CAIXA, MALHA HEXAGONAL 8 X 10 CM (ZN/AL), FIO DE 2,7 MM, DIMENSOES 2,0 X 1,0 X 1,0 M (C X L X A)	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,467	276,02	128,9
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COLETADO	3,932	26,89	105,73

<b>88316</b>	<b>SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES</b>	<b>H</b>	<b>COLETADO</b>	<b>1,966</b>	<b>23,4</b>	<b>46</b>
--------------	---	----------	-----------------	--------------	-------------	-----------

---

**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).



Esse arranjo fornece um volume total de 315 m<sup>3</sup> (considerando uma face de 30 m). Tomando o valor do m<sup>3</sup> disponível na SINAPI de R\$ 724,51, já representando o fornecimento dos materiais e a execução, temos um custo total estimado de R\$ 228.220,65 para a contenção.

Além da estrutura, foi necessário também a execução de um aterro para estabilizar o talude. O valor médio adotado para a situação também foi obtido na SINAPI, como visto na Figura 23.

**Figura 23:** Composição do aterro no talude.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
96385	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO COM SOLO PREDOMINANTEMENTE ARGILOSO - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M3	CR	10,58
96386	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO COM SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M3	CR	7,60
0021	ATERRO/REATERRO DE VALAS COM OU S/COMPACTAÇÃO			
93360	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M <sup>3</sup> / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA DE 1,5 A 2,5 M, PROFUNDIDADE DE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	CR	22,26
93361	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M <sup>3</sup> / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	CR	18,35
93362	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M <sup>3</sup> / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA DE 1,5 A 2,5 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	CR	13,20
93363	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M <sup>3</sup> / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	CR	14,34
93364	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M <sup>3</sup> / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA DE 1,5 A 2,5 M, PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	CR	11,27

**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).

Composição 96385: Execução e compactação de aterro com solo predominantemente argiloso – exclusive solo, escavação, carga e transporte. AF\_11/2019. (Composição detalhada na Tabela 2).

**Tabela 2:** Composição 96385 analítico.

COMPOSIÇÃO 96385						
CODIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE ITEM	ORIGEM DE PREÇO ITEM	COEFICIENTE	PREÇO UNITARIO	CUSTO TOTAL
5901	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,004	274,86	1,09
5903	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,03	57,64	1,72
5932	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,006	216,95	1,3
5934	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,027	79,78	2,15

73436	<b>ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO PÉ DE CARNEIRO PARA SOLOS, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL SEM/COM LASTRO 7,4 / 8,8 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHP DIURNO. AF_02/2016</b>	<b>CHP</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,01</b>	<b>209,99</b>	<b>2,09</b>
88316	<b>SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES</b>	<b>H</b>	<b>COLETADO</b>	<b>0,033</b>	<b>23,4</b>	<b>0,77</b>
93244	<b>ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO PÉ DE CARNEIRO PARA SOLOS, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL SEM/COM LASTRO 7,4 / 8,8 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHI DIURNO. AF_02/2016</b>	<b>CHI</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,023</b>	<b>63,71</b>	<b>1,46</b>

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

Com o auxílio de *software CAD*, traçou-se o perfil da área do aterro, multiplicando o valor por 30 (comprimento adotado da contenção) para obter o volume de aterro necessário. O valor obtido foi de 3641,40 m<sup>3</sup>, com um preço médio, segundo a SINAPI, de R\$ 10,58 por m<sup>3</sup>.

Como a composição não contempla o custo de aquisição do solo e transporte, esses valores foram adquiridos por meio de pesquisa de mercado na região de São Paulo. O custo estimado do empréstimo e transporte do solo foi de R\$ 15,00 por m<sup>3</sup>. Para a totalidade do aterro, portanto, o custo estimado é de R\$ 93.147,01.

Assim, tem-se a composição do custo de execução do muro de gabião, que totaliza R\$ 321.367,66, ou R\$ 10.712,25 por metro linear.

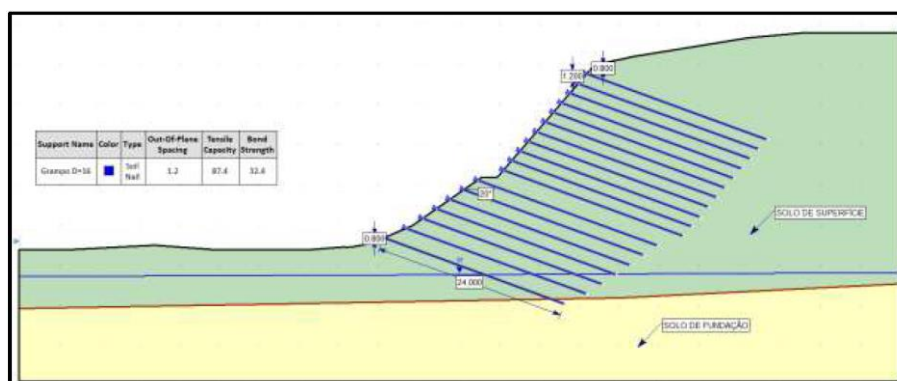
#### 4.1.2. Solo Grampeado

O dimensionamento do solo grampeado feito por Paul (2021) definiu as seguintes especificações de projeto:

- a) Espaçamento vertical de horizontal: 1,2 m;
- b) Inclinação dos grampos: 20°;
- c) Comprimento do grampo: 24 m;

A disposição da contenção pode ser vista no esquema da Figura 24.

**Figura 24:** Dimensionamento do solo grampeado.



Fonte: Paul (2021).

No total, foram projetados 18 grampos na linha vertical, espaçados em 1,2 m tanto na vertical quanto na horizontal. Ademais, o concreto projetado deverá apresentar uma espessura de 8 cm.

Para o cálculo do custo do revestimento em concreto, temos na tabela SINAPI as composições para 7 e 10 cm. Dessa forma, será feita uma correção do custo por interpolação. Na Figura 25, pode-se ver as composições utilizadas para o cálculo.

**Figura 25:** Composições do revestimento do solo grampeado.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
91071	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 7 CM, ARMADO COM TELA, INCLINAÇÃO DE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 6 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	156,77
91072	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 10 CM, ARMADO COM TELA, INCLINAÇÃO DE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 6 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	166,79
91073	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 7 CM, ARMADO COM TELA, INCLINAÇÃO MENOR QUE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 3 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	126,40
91074	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 10 CM, ARMADO COM TELA, INCLINAÇÃO MENOR QUE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 3 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	138,18
91075	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 7 CM, ARMADO COM TELA, INCLINAÇÃO DE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 3 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	176,14
91076	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 10 CM, ARMADO COM TELA, INCLINAÇÃO DE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 3 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	187,92
91077	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 7 CM, ARMADO COM FIBRAS DE AÇO, INCLINAÇÃO MENOR QUE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 6 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	117,58
91078	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE CONCRETO PROJETADO COM ESPESSURA DE 10 CM, ARMADO COM FIBRAS DE AÇO, INCLINAÇÃO MENOR QUE 90°, APLICAÇÃO CONTÍNUA, UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO COM 6 M <sup>3</sup> /H DE CAPACIDADE. AF_01/2016	M2	CR	137,08

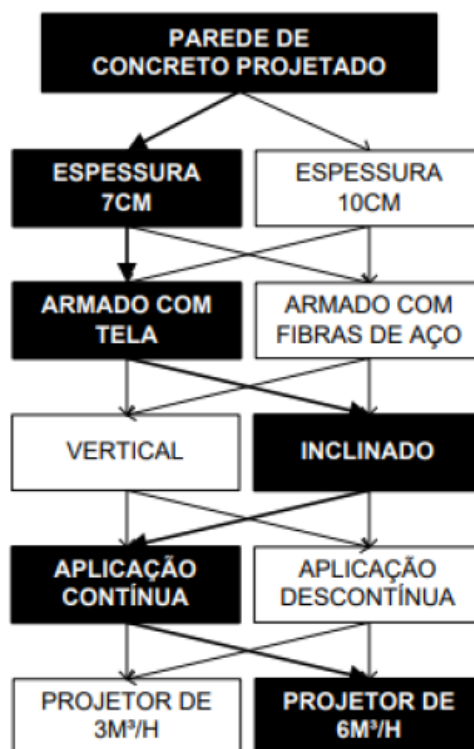
**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).

Composição 91073: Execução de revestimento de concreto projetado com espessura de 7 cm, armado com tela, inclinação menor que 90°, aplicação contínua, utilizando equipamento de projeção com 3 m<sup>2</sup>/h de capacidade. AF\_01/2016. (Composição detalhada na Tabela 3).

Composição 91074: Execução de revestimento de concreto projetado com espessura de 10 cm, armado com tela, inclinação menor que 90°, aplicação contínua, utilizando equipamento de projeção com 3 m<sup>2</sup>/h de capacidade. AF\_01/2016. (Composição detalhada na Tabela 4).

A Figura 26 é a Árvore de Fatores para as composições do revestimento em concreto projetado.

**Figura 26:** Composições do revestimento do solo grampeado.



**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).

A sequência que representa as composições utilizadas é: Parede de concreto projetado > Espessura de 7cm OU Espessura de 10cm > Armado com tela > Inclinado > Aplicação contínua > Projetor de 3m³/h.

**Tabela 3:** Composição 91073 analítico.

<b>COMPOSIÇÃO 91073</b>						
<b>CODIGO ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO ITEM</b>	<b>UNIDADE ITEM</b>	<b>ORIGEM DE PREÇO ITEM</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>PRECO UNITARIO</b>	<b>CUSTO TOTAL</b>
370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0999	49	4,89
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	COLETADO	42,4015	0,57	24,16
4720	PEDRA BRITADA N. 0, OU PEDRISCO (4,8 A 9,5 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0652	75,23	4,9
7155	TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA, CA-60, Q-138, (2,20 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 M, ESPACAMENTO DA MALHA = 10 X 10 CM	M2	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	1,1845	24,12	28,57
88297	OPERADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,623	27,93	17,4
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COLETADO	0,9345	23,4	21,86
88377	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,3115	24,72	7,7
88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0427	1,48	0,06

88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	COLETADO	0,2688	0,32	0,08
89509	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	M	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,125	35,83	4,47
90650	BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0845	8,51	0,71
90651	BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,227	0,94	0,21
90656	BOMBA DE PROJEÇÃO DE CONCRETO SECO, POTÊNCIA 10 CV, VAZÃO 3 M3/H - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0845	12,22	1,03
90657	BOMBA DE PROJEÇÃO DE CONCRETO SECO, POTÊNCIA 10 CV, VAZÃO 3 M3/H - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,227	3,96	0,89
90999	COMPRESSOR DE AR REBOCAVEL, VAZÃO 400 PCM, PRESSAO DE TRABALHO 102 PSI, MOTOR A DIESEL POTÊNCIA 110 CV - CHP	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0845	91,98	7,77



DIURNO. AF\_06/2015

91001	COMPRESSOR DE AR REBOCAVEL, VAZÃO 400 PCM, PRESSAO DE TRABALHO 102 PSI, MOTOR A DIESEL POTÊNCIA 110 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,227	7,5	1,7
-------	---	-----	--------------------------------------	-------	-----	-----

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

Tabela 4: Composição 91074 analítico.

COMPOSIÇÃO 91074						
CODIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE ITEM	ORIGEM DE PREÇO ITEM	COEFICIENT E	PRECO UNITARIO	CUSTO TOTAL
370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,1206	49	5,9
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	COLETADO	51,2202	0,57	29,19
4720	PEDRA BRITADA N. 0, OU PEDRISCO (4,8 A 9,5 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0788	75,23	5,92
7155	TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA, CA-60, Q-138, (2,20 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 M, ESPACAMENTO DA MALHA = 10 X 10 CM	M2	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	1,1845	24,12	28,57
88297	OPERADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,6703	27,93	18,72
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COLETADO	1,0055	23,4	23,52

88377	<b>OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES</b>	<b>H</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,3352</b>	<b>24,72</b>	<b>8,28</b>
88830	<b>BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014</b>	<b>CHP</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,061</b>	<b>1,48</b>	<b>0,09</b>
88831	<b>BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014</b>	<b>CHI</b>	<b>COLETADO</b>	<b>0,2741</b>	<b>0,32</b>	<b>0,08</b>
89509	<b>TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014</b>	<b>M</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,125</b>	<b>35,83</b>	<b>4,47</b>
90650	<b>BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHP DIURNO. AF_06/2015</b>	<b>CHP</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,0929</b>	<b>8,51</b>	<b>0,79</b>
90651	<b>BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHI DIURNO. AF_06/2015</b>	<b>CHI</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,2422</b>	<b>0,94</b>	<b>0,22</b>
90656	<b>BOMBA DE PROJEÇÃO DE CONCRETO SECO, POTÊNCIA 10 CV, VAZÃO 3 M3/H - CHP DIURNO.</b>	<b>CHP</b>	<b>COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>0,0929</b>	<b>12,22</b>	<b>1,13</b>

AF\_06/2015

90657	BOMBA DE PROJEÇÃO DE CONCRETO SECO, POTÊNCIA 10 CV, VAZÃO 3 M3/H - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,2422	3,96	0,95
90999	COMPRESSOR DE AR REBOCAVEL, VAZÃO 400 PCM, PRESSAO DE TRABALHO 102 PSI, MOTOR A DIESEL POTÊNCIA 110 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0929	91,98	8,54
91001	COMPRESSOR DE AR REBOCAVEL, VAZÃO 400 PCM, PRESSAO DE TRABALHO 102 PSI, MOTOR A DIESEL POTÊNCIA 110 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,2422	7,5	1,81

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

Para um revestimento de 8 cm, obteve-se um custo de R\$ 130,33 por m<sup>2</sup> aplicado.

A execução dos grampos, pela tabela SINAPI, é precificada pelo comprimento de cada um deles. O dimensionamento feito por Paul (2021), indica a utilização de barras de 16 mm em um furo de 7,5 cm. Por falta da composição exata, também foi feita uma correção de custo por interpolação com os valores encontrados na tabela. Nas Figuras 27 e 28, encontram-se as composições utilizadas para o cálculo.

**Figura 27:** Composição 1 dos grampos para solo grampeado.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
93954	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 6 M E MENOR OU IGUAL A 8 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	191,07
93955	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 8 M E MENOR OU IGUAL A 10 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	184,22
93956	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 10 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	178,83
93957	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MENOR OU IGUAL A 4 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	231,60
93958	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 4 M E MENOR OU IGUAL A 6 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	214,49
93959	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 6 M E MENOR OU IGUAL A 8 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	204,36
93960	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 8 M E MENOR OU IGUAL A 10 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	197,21
93961	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 10 M, DIÂMETRO DE 10 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	191,63
93962	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MENOR OU IGUAL A 4 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	205,20

**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).

**Figura 28:** Composição 2 dos grampos para solo grampeado.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
93963	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 4 E M M ENOR OU IGUAL A 6 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANU AL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	189,08
93964	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 6 M E M MENOR OU IGUAL A 8 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MA NUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	179,47
93965	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 8 M E M MENOR OU IGUAL A 10 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO M ANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	169,84
93966	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 10 M, M DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DI ÂMETRO DE 16 MM. AF_05/2016	M	CR	167,31
93967	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MENOR OU IGUAL M A 4 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	219,89
93968	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 4 E M M ENOR OU IGUAL A 6 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANU AL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	202,84
93969	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 6 M E M MENOR OU IGUAL A 8 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MA NUAL E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	192,73
93970	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 8 MEN M OR OU IGUAL A 10 M, DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUA L E ARMADURA COM DIÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	185,64
93971	EXECUÇÃO DE GRAMPO PARA SOLO GRAMPEADO COM COMPRIMENTO MAIOR QUE 10 M, M DIÂMETRO DE 7 CM, PERFURAÇÃO COM EQUIPAMENTO MANUAL E ARMADURA COM DI ÂMETRO DE 20 MM. AF_05/2016	M	CR	174,24

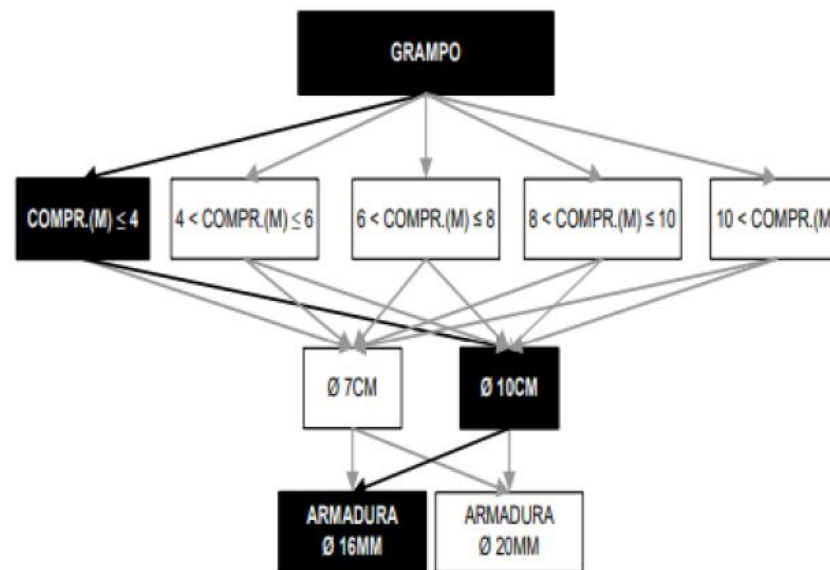
**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).

Composição 93956: Execução de grampo para solo grampeado com comprimento maior que 10 m, diâmetro de 10 cm, perfuração com equipamento manual e armadura com diâmetro de 16 mm. AF\_05/2016. (Composição detalhada na Tabela 5).

Composição 93966: Execução de grampo para solo grampeado com comprimento maior que 10 m, diâmetro de 7 cm, perfuração com equipamento manual e armadura com diâmetro de 16 mm. AF\_05/2016. (Composição detalhada na Tabela 6).

A Figura 29 representa a Árvore de Fatores para as composições dos grampos.

**Figura 29:** Composição 2 dos grampos para solo grampeado.



**Fonte:** Caixa Econômica Federal (2022).

A sequência para as composições utilizadas é: Grampo > Comprimento maior que 10 m > Diâmetro de 7cm OU Diâmetro de 10cm > Armadura de 16mm.

**Tabela 5: Composição 93956 analítico.**  
**COMPOSIÇÃO 93956**

<b>CODIGO ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO ITEM</b>	<b>UNIDADE ITEM</b>	<b>ORIGEM DE PREÇO ITEM</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>PREÇO UNITARIO</b>	<b>CUSTO TOTAL</b>
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	COLETADO	38,7191	0,57	22,06
5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	COLETADO	0,0032	198,9	0,63
5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	COLETADO	0,2081	83,24	17,32
6259	CAMINHÃO PIPA 6.000 L, PESO BRUTO TOTAL 13.000 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 189 CV INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA, CAPACIDADE 6 M3 - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0979	227,96	22,31
6260	CAMINHÃO PIPA 6.000 L, PESO BRUTO TOTAL 13.000 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 189 CV INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA, CAPACIDADE 6 M3 - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,1134	51,08	5,79
39013	CENTRALIZADOR DE BARRA DE ACO (CHUMBADOR TIPO CARAMBOLA), PARA ACO ATE 20 MM	UN	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,4167	1,47	0,61
39848	TUBO / MANGUEIRA PRETA EM POLIETILENO, LINHA PESADA OU REFORCADA, TIPO ESPAGUETE, PARA INJECÃO DE CALDA DE CIMENTO, D = 1/2", ESPESSURA 1,5 MM	M	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	3	2	6
43055	ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM,	KG	COLETADO	1,7808	8,18	14,56

## VERGALHAO

44480	TARIFA "A" ENTRE 0 E 20M3 FORNECIMENTO D'AGUA	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	1,0714	13,24	14,18
88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,2113	26,74	5,65
88297	OPERADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,6339	27,93	17,7
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COLETADO	0,6528	23,4	15,27
90625	PERFURATRIZ MANUAL, TORQUE MÁXIMO 83 N.M, POTÊNCIA 5 CV, COM DIÂMETRO MÁXIMO 4" - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0979	5,67	0,55
90626	PERFURATRIZ MANUAL, TORQUE MÁXIMO 83 N.M, POTÊNCIA 5 CV, COM DIÂMETRO MÁXIMO 4" - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,1134	1,67	0,18
90637	MISTURADOR DUPLO HORIZONTAL DE ALTA TURBULÊNCIA, CAPACIDADE / VOLUME 2 X 500 LITROS, MOTORES ELÉTRICOS MÍNIMO 5 CV CADA, PARA NATA CIMENTO, ARGAMASSA E OUTROS - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0334	12,32	0,41
90638	MISTURADOR DUPLO HORIZONTAL DE ALTA TURBULÊNCIA, CAPACIDADE / VOLUME 2 X 500 LITROS, MOTORES ELÉTRICOS MÍNIMO 5 CV CADA, PARA NATA CIMENTO, ARGAMASSA E OUTROS - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,1779	4,08	0,72
90643	BOMBA TRIPLEX, PARA INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO, VAZÃO MÁXIMA DE 100 LITROS/MINUTO, PRESSÃO	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0163	23,68	0,38



MÁXIMA DE 70 BAR - CHP DIURNO.  
AF\_06/2015

90644	BOMBA TRIPLEX, PARA INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO, VAZÃO MÁXIMA DE 100 LITROS/MINUTO, PRESSÃO MÁXIMA DE 70 BAR - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,195	6,09	1,18
90650	BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0979	8,51	0,83
90651	BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,1134	0,94	0,1
95967	SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA ACOMPANHAMENTO DE EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS E ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,2113	146,2	30,89
100726	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE FUNDO E ACABAMENTO (ESMALTE SINTÉTICO GRAFITE) APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE SUPERFÍCIES METÁLICAS (EXCETO PERFIL) EXECUTADO EM OBRA (POR DEMÃO). AF_01/2020	M2	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0503	28,89	1,45

100981	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M <sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M <sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0079	8,21	0,06
--------	--	----	-----------------------------------	--------	------	------

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

**Tabela 6:** Composição 93966 analítico.  
COMPOSIÇÃO 93966

CODIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE ITEM	ORIGEM DE PREÇO ITEM	COEFICIENTE	PREÇO UNITARIO	CUSTO TOTAL
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	COLETADO	27,0551	0,57	15,42
5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	COLETADO	0,0032	198,9	0,63
5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	COLETADO	0,1983	83,24	16,5
6259	CAMINHÃO PIPA 6.000 L, PESO BRUTO TOTAL 13.000 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 189 CV INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA, CAPACIDADE 6 M3 - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0976	227,96	22,24
6260	CAMINHÃO PIPA 6.000 L, PESO BRUTO TOTAL 13.000 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 189 CV INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA, CAPACIDADE 6 M3 - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,104	51,08	5,31

39013	CENTRALIZADOR DE BARRA DE ACO (CHUMBADOR TIPO CARAMBOLA), PARA ACO ATE 20 MM	UN	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,4167	1,47	0,61
39848	TUBO / MANGUEIRA PRETA EM POLIETILENO, LINHA PESADA OU REFORCADA, TIPO ESPAGUETE, PARA INJECAO DE CALDA DE CIMENTO, D = 1/2", ESPESSURA 1,5 MM	M	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	3	2	6
43055	ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM, VERGALHAO	KG	COLETADO	1,7808	8,18	14,56
44480	TARIFA "A" ENTRE 0 E 20M3 FORNECIMENTO D'AGUA	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	1,0714	13,24	14,18
88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,2016	26,74	5,39
88297	OPERADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,6047	27,93	16,88
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	COLETADO	0,6236	23,4	14,59
90625	PERFURATRIZ MANUAL, TORQUE MÁXIMO 83 N.M, POTÊNCIA 5 CV, COM DIÂMETRO MÁXIMO 4" - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0976	5,67	0,55
90626	PERFURATRIZ MANUAL, TORQUE MÁXIMO 83 N.M, POTÊNCIA 5 CV, COM DIÂMETRO MÁXIMO 4" - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,104	1,67	0,17
90637	MISTURADOR DUPLO HORIZONTAL DE ALTA TURBULÊNCIA, CAPACIDADE / VOLUME 2 X 500 LITROS, MOTORES ELÉTRICOS MÍNIMO 5 CV CADA, PARA NATA CIMENTO, ARGAMASSA E OUTROS - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0229	12,32	0,28

90638	MISTURADOR DUPLO HORIZONTAL DE ALTA TURBULÊNCIA, CAPACIDADE / VOLUME 2 X 500 LITROS, MOTORES ELÉTRICOS MÍNIMO 5 CV CADA, PARA NATA CIMENTO, ARGAMASSA E OUTROS - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,1787	4,08	0,72
90643	BOMBA TRIPLEX, PARA INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO, VAZÃO MÁXIMA DE 100 LITROS/MINUTO, PRESSÃO MÁXIMA DE 70 BAR - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0109	23,68	0,25
90644	BOMBA TRIPLEX, PARA INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO, VAZÃO MÁXIMA DE 100 LITROS/MINUTO, PRESSÃO MÁXIMA DE 70 BAR - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,1906	6,09	1,16
90650	BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0976	8,51	0,83
90651	BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO COM MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO, POTÊNCIA 15 HP, DIÂMETRO DO ROTOR 173 MM, HM/Q = 30 MCA / 90 M3/H A 45 MCA / 55 M3/H - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,104	0,94	0,09
95967	SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA ACOMPANHAMENTO DE EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS E ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO	H	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,2016	146,2	29,47

100726	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE FUNDO E ACABAMENTO (ESMALTE SINTÉTICO GRAFITE) APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE SUPERFÍCIES METÁLICAS (EXCETO PERFIL) EXECUTADO EM OBRA (POR DEMÃO). AF_01/2020	M2	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0503	28,89	1,45
100981	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M <sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M <sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	0,0038	8,21	0,03

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

Assim, para um grampo maior que 10 m, 7,5 cm de diâmetro e armado com barras de 16 mm, obteve-se um custo de R\$ 169,23 por metro linear de grampo.

A instalação dos 18 grampos previstos é para apenas uma faixa do talude. Ao longo dos 30 m, teremos 25 fileiras de grampos, totalizando 450 grampos, com 24 m de comprimento cada. Todos os grampos representam um custo total de R\$ 1.827.684,00. Já para o revestimento, tem-se uma área aproximada, estimada com auxílio de *software CAD*, de 979,80 m<sup>2</sup>, resultando em um custo de R\$ 127.697,33. Assim, o custo total para a implementação do solo grampeado é de R\$ 1.955.381,33 ou R\$ 65.179,38 por metro linear.

#### **4.2. Drenagem**

Em ambas as soluções, Paul (2021) indicou a não necessidade de DHPs, uma vez que o nível d'água estaria abaixo das estruturas. Entretanto, nas duas soluções, recomenda-se a instalação de sarjetas no pé e na crista, revestidas por concreto. Dessa forma, os custos comparativos se anulam entre ambos os métodos.

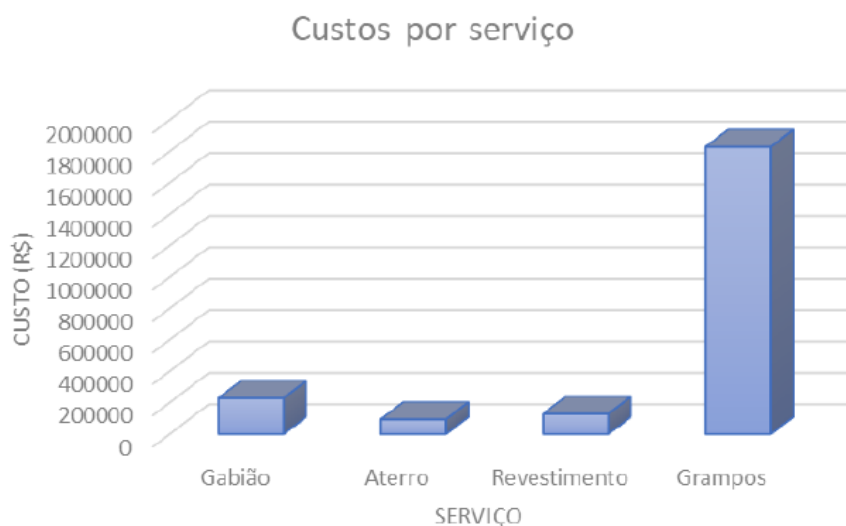
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Análise comparativa dos custos de implementação

Após a escolha dos métodos de contenção, simulou-se os custos de cada obra. As composições de cada uma permitiram obter um valor aproximado que seria gasto para a execução de ambas as opções.

Para a solução com muro de gabião, haveria um gasto aproximado de R\$ 321.367,66, referente aos R\$ 228.220,65 de gabião somado ao custo de R\$ 93.147,01 do aterro. Já para a solução com solo grampeado, o gasto aproximado seria de R\$ 1.955.381,33, referente a R\$ 127.697,33 do revestimento e R\$ 1.827.684,00 dos grampos. No Gráfico 1, pode-se verificar os custos de cada serviço a ser realizado.

**Gráfico 1:** Custos por serviço.



**Fonte:** Autor.

Em um comparativo direto, visando apenas o custo de implementação, o solo grampeado apresentou um valor 600% maior do que a opção em gabião, sem considerar o sistema de drenagem que haverá em ambos. Considerando a execução das sarjetas, esse percentual provavelmente diminuiria. Essa grande diferença de valor se deu, em uma primeira análise, pelo tamanho dos grampos dimensionados, que apresentaram um grande peso no custo final da obra.

Todos os métodos de contenção possuem suas vantagens e desvantagens. Para o gabião, por exemplo, tem-se uma longa vida útil da estrutura, permite

pequenas deformações, alta permeabilidade, fácil execução e manutenção. Por outro lado, para esta solução, seria necessário recuar a estrutura para o interior do terreno, perdendo área útil para construção. Já para o solo grampeado, possibilita também pequenos deslocamentos, rápida implementação e manteria a área útil do terreno. Entretanto, há um custo elevado com os grampos, uma vez que o dimensionamento apresentou longos comprimentos, o impacto visual não é esteticamente “bonito” e necessita de uma boa manutenção no sistema de drenagem.



## 6. CONCLUSÕES

Este estudo comparativo analisou a viabilidade econômica de dois métodos de contenção dimensionados por Paul (2021), para um talude em Joinville – SC. Os dois métodos escolhidos para o dimensionamento e análise de custos foram o muro de gabião e o solo grampeado.

O comparativo indicou diversos pontos positivos e negativos de ambas as opções de contenção, ficando a critério da contratante a escolher o que for mais conveniente para ela. Entretanto, como o intuito deste estudo é o comparativo econômico, independente das condições de aplicação, fica claro que a melhor escolha, nesse caso, seria a do muro de gabião, que apresentou um custo aproximadamente 6 vezes menor ante a solução em solo grampeado.

A grande diferença de valor deixa clara a importância de um estudo do talude para que se possa escolher a opção que apresenta uma relação custo x benefício satisfatória.

Para um futuro estudo, seria interessante o desenvolvimento dos cronogramas de obra para ambas as soluções, de modo a complementar a sequência de análises do talude em questão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. O. **Análise comparativa de custos entre estruturas de contenção**. Dissertação apresentada para obtenção do título de bacharel em engenharia civil. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão – SE. 2018.

ASSUNÇÃO, C. et al. **Estudo comparativo entre sistema de contenção em solo reforçado e muro a gravidade de gabiões**. Dissertação apresentada para obtenção do título de bacharel em engenharia civil. Centro Universitário UNIFAAT. Atibaia, SP. 2019.

BARROS, P. L. A. et. al. **Obras de contenção: Manual técnico**. Maccaferri do Brasil Ltda. Jundiaí – SP. 2018.

CLOUTERRE. **Recommendations Clouterre 1991: Soil Nailing Recommendations – 1991 For Designing, Calculating, Constructing and Inspecting Earth Support System Using Soil Nailing**. Tradução: Federal Highway Administration. Washington, D.C.

**Cortina Atirantada | TECNOGEO**. Disponível em: <<https://www.tecnogeo.com.br/cortina-atirantada/>>. Acesso em: 03 jun. 2022.

**DESIGN MANUAL FOR REINFORCED EARTH WALLS** - Vienna, VA. – The Reinforced Earth Company – 2015.

JÚNIOR, L. A. N.; AGUIAR, M. F. P.; MAGALHÃES, T. A.; AZEVEDO, C. P. B. **Análise técnica e econômica de soluções para estabilização de taludes**. Juíz de Fora, MG. Novembro de 2015.

MARANGON, A.; AMARAL, G, P. **Avaliação comparativa entre métodos de contenção de taludes: muro de gabião e logblock – Estudo de caso em Caçador/SC**. Dissertação apresentada para obtenção do título de bacharel em engenharia civil. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça – SC. 2017.

**MECHANICALLY STABILIZED EARTH WALL INSPECTOR’S HANDBOOK –** FDOT – State Construction Office – 2020.

PAUL, M. E. **Avaliação de dois sistemas de contenção para implantação em taludes: estudo de caso aplicado a um talude-tipo da zona industrial norte do município de Joinville – SC**. Dissertação apresentada para obtenção do título de bacharel em engenharia de infraestrutura. Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville – SC. 2021.

**Referências de preços e custos - SINAPI - Caixa**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

SHUKLA, S.K.; SIVAKUGAN, N.; DAS. B. M. **Fundamental concepts of soil reinforcement – An overview.** International Journal of Geotechnical Engineering. Julho de 2009.

**Sicro 2.** Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro-2>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

SILVA, J. P. M. **Os métodos de equilíbrio limite e dos elementos finitos na análise de estabilidade de taludes.** Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em engenharia civil – especialização em geotecnia. Porto, Portugal. Julho de 2011.

ZIRLIS, A. C. **Solo Grampeado – Execução.** São Paulo – SP. Novembro de 1999.