

# **ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO DA ESTRUTURA DE CONTENÇÃO DO TIPO MURO DE GABIÃO NO POSTO COSTA DOURADA**

ENG. SHEROLLA SMIRNA DE LIMA FERREIRA

**Resumo:** As técnicas de contenção são utilizadas desde a pré-história e desde então vêm sendo estudadas e desenvolvidas. Com a evolução dos materiais, novas soluções foram criadas, como o uso de elementos com elevada resistência à tração para reforçar solos, denominado solo reforçado. Os muros de gabião são feitos de gaiolas metálicas preenchidas com pedras colocadas à mão e construídas com fios de aço galvanizado hexagonal de dupla torção. Para o dimensionamento do muro de gabião estudado, foi usado o novo GAWAC®3.0, um software para análise de estabilidade de muros de gabião da Maccaferri, que devido a falta de disponibilidade do ensaio geotécnico, foi admitido empiricamente a coesão, ângulo de atrito e densidade do solo, o dimensionamento foi feito baseado sobre a seção mais crítica.

**Palavras-chave:** Contenção; Dimensionamento; Execução.

## **1 INTRODUÇÃO**

Uma estrutura de contenção é uma estrutura de suporte, necessária na engenharia civil quando o equilíbrio natural do solo ou maciço rochoso é alterado pela tensão e que pode causar deformação excessiva ou até mesmo o colapso. Então, a estrutura de contenção deve suportar a pressão lateral (força flutuante) do material contido para garantir a segurança do talude.

Existem diversos tipos de contenções, e a instalação de uma estrutura de contenção pode representar um grande encargo financeiro para a realização de um projeto em um declive. Esta fase de construção, mesmo incluindo uma extensão relativamente pequena, pode, em alguns casos, custar a mais do que a própria estrutura a ser construída. Diante disso, é importante desenvolver de forma consistente um projeto que considere diferentes opções de estruturas de contenção para proporcionar a segurança necessária ao projeto com o menor custo associado ao projeto.

Este trabalho tem como objetivo analisar o dimensionamento e execução da estrutura de contenção do tipo muro de gabião no Posto Costa Dourada. A estrutura de armazenamento servirá para reservar esta área para a construção da loja de conveniência e administrativo do Posto. Na situação real, a encosta é separada por uma parede de gabião. Para fins analíticos, foi escolhido a contenção muro de arrimo e de acordo com os métodos de cálculo serão apresentados o dimensionamento na literatura, e compará-lo a execução da estrutura.

## **2 POSTO COSTA DOURADA**

O Posto Costa Dourada está situado na rua 164, Lote 02, Quadra 191, Lot.

Cidade Garapu, Cabo de Santo Agostinho-PE. Está em processo de construção, e previsão de entrega em 2022. A empresa responsável pela construção, é a Singular Engenharia.



(Figura 1: Posto Costa Dourada)  
Fonte: Autoral

### 3 CONTENÇÕES: CONCEITO E TIPOS

A palavra contenção, vem do Latim *contemptio, -onis* (esforço-luta) , ou do *Latim condere* (lutar+ação).

Segundo o dicionário (Aurélio, 1999) da língua portuguesa, contenção é a ação ou efeito de conter, controlar ou de reprimir.

As estruturas de contenção podem ser muros, solos grampeados ou cortinas ancoradas. Os muros podem ser divididos em dois grupos. O primeiro chamado de peso ou gravidade que podem ser construídos de alvenaria de pedras, concreto ciclópico, gabiões, solo-cimento ou solo reforçado. Os muros de flexão são o segundo grupo, são os muros de concreto armado e podem ser com ou sem contraforte e com ou sem ancoragens.

As técnicas de contenção são utilizadas desde a pré-história e desde então vêm sendo estudadas e desenvolvidas. Com a evolução dos materiais, novas soluções foram criadas, como o uso de elementos com elevada resistência à tração para reforçar solos, denominado solo reforçado. Apesar de ser uma solução revolucionária e utilizada em diversas partes do mundo, ainda existem barreiras para

a sua utilização.

### **3.1 Muros por gravidade**

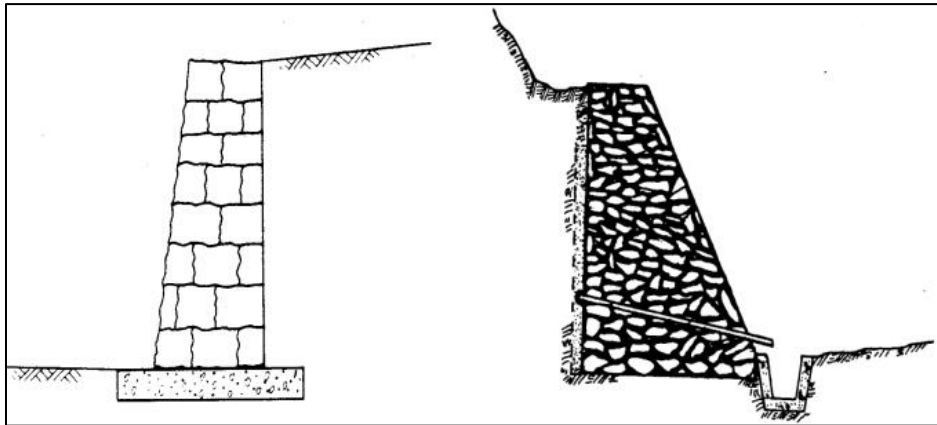
Os muros de arrimo por gravidade ou muros de peso, são estruturas de contenção que através do seu peso próprio e dos esforços na base, reagem aos empuxos, garantindo estabilidade. Ou seja, são usados para acomodar pequenos desníveis, médias, ou menos de 5 m. As paredes gravimétricas podem ser construídas em pedra ou concreto (simples ou armado), gabiões ou mesmo pneus usados.

#### **3.1.1 Muros de alvenaria de pedra**

Os muros de alvenaria de pedra são os mais antigos e numerosos. Atualmente, devido ao custo elevado, o emprego da alvenaria é menos frequente, principalmente em muros com maior altura. No caso de uma parede de pedra pavimentada à mão, a resistência da parede é apenas o resultado do entrelaçamento dos blocos de pedra. Esta parede tem a vantagem de construção simples e sem dispositivos de drenagem, porque o material da parede está drenando. Outra vantagem é o custo reduzido, principalmente quando os blocos estão disponíveis localmente. No entanto, a estabilidade interna da parede exige que os blocos tenham tamanho aproximadamente regular, o que causa menos atrito entre as pedras.

Paredes de pedra sem betumação só devem ser recomendadas para reter telhados inclinados com altura máxima de 2m. A base da parede deve ter uma largura mínima de 0,5 a 1,0 m e deve estar localizado abaixo da superfície do solo, para reduzir o risco de danos ao devido ao deslizamento no contato entre a parede e a fundação.

Para declives mais acentuados (aproximadamente 3m), recomenda-se o uso de argamassa de cimento e areia para preenchimento de fendas nas formações rochosas. Neste caso, podem ser utilizados blocos de diferentes tamanhos. A argamassa torna a parede mais rígida, mas perde sua capacidade de drenagem. Em seguida, é necessário implementar dispositivos convencionais de drenagem da parede impermeável, como drenos de areia ou geossintéticos na parte traseira e tubulações de barbacã para reduzir a pressão dos poros na estrutura de contenção.

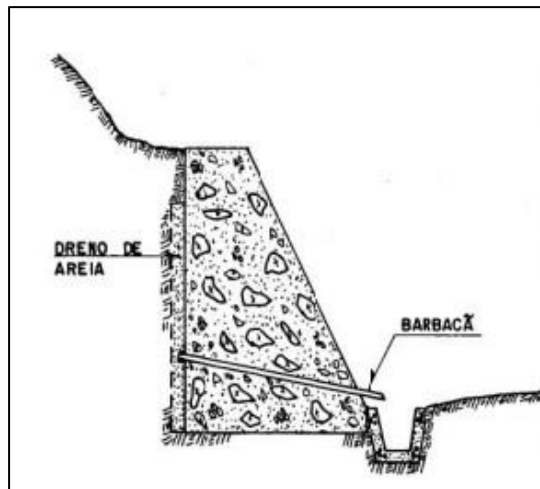


(Figura 2: Muro de alvenaria de pedra)  
Fonte: Estruturas de Contenção- FEUERJ

### 3.1.2 Muros de concreto ciclópico ou concreto gravidade

Estas paredes de contenção geralmente só são economicamente viáveis quando a altura não ultrapassa os 4 metros. Uma parede de concreto ciclópica é uma estrutura construída através do preenchimento de uma cofragem com blocos de concreto e pedra de vários tamanhos. Como esta parede é impermeável, é essencial uma drenagem adequada.

A seção transversal é geralmente trapezoidal, com largura na base igual a 50% da altura da parede. Especificar uma parede com uma face inclinada ou escalonada pode resultar em uma economia significativa de material. Para paredes com frente plana e vertical, recomenda-se uma inclinação para trás (em direção ao aterro) de pelo menos  $1h30$  (aproximadamente 2 graus da vertical) para evitar uma percepção óptica do grau de elevação, direção inclinada. Os orifícios de drenagem devem ser posicionados de forma a minimizar o impacto visual das manchas de escoamento na parte frontal da parede. Alternativamente, a drenagem pode ser realizada na parte traseira da parede usando uma almofada geossintética (geotêxtil). Neste caso, a água é coletada por meio de drenos devidamente posicionados.



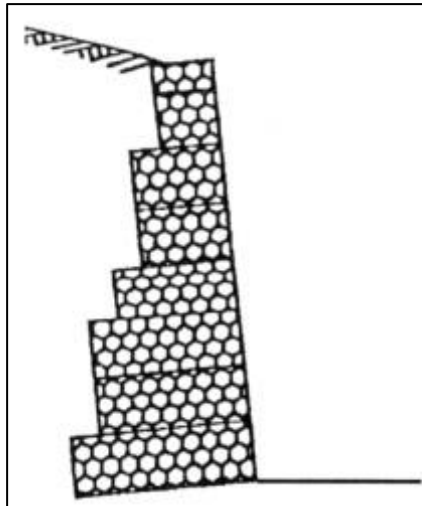
(Figura 3: Muro de concreto ciclópico ou concreto gravidade)  
Fonte: Estruturas de Contenção- FEUERJ

### 3.1.3 Muros de Gabião

Os muros de gabião são feitas de gaiolas metálicas preenchidas com pedras colocadas à mão e construídas com fios de aço galvanizado hexagonal de dupla torção. As dimensões usuais do gabião são: dimensional 2m de comprimento e quadrado tem lado 1m. No caso de muros altos gabiões inferiores (altura = 0,5m) mais rígidos e resistentes devem ser dispostos nos graus inferiores onde a tensão de compressão é maior. Para paredes muito longas gabiões de até 4m de comprimento podem ser usados para acelerar a construção. A malha metálica que compõe o gabião possui alta resistência mecânica. Caso um dos fios se rompa, a dupla torção dos elementos preserva a forma e a flexibilidade da malha absorvendo deformações excessivas. O fio de gabião é protegido com uma dupla camada de chapeamento e em alguns casos um revestimento de PVC.

De acordo com o manual descritivo (Maccaferri, 1990) Esta camada protetora é eficaz contra os efeitos do mau tempo da água e da erosão do solo.

A principal característica das paredes de gabião é a flexibilidade que permite que a estrutura do se adapte a diferentes recalques e permeabilidade.



(Figura 4: Muro de Gabião)

Fonte: Estruturas de Contenção- FEUERJ

### 3.1.4 Muros de sacos de Solo-cimento

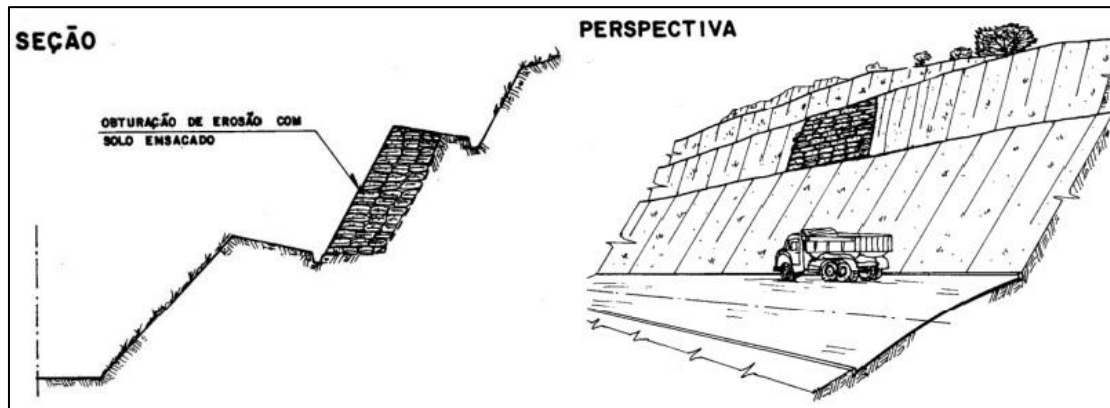
Estes muros são constituídos por camadas formadas por sacos de poliéster ou similares, preenchidos por uma mistura cimento-solo da ordem de 1:10 a 1:15 (em volume). O solo utilizado é peneirado em uma malha de 9mm, para a retirada dos pedregulhos. Em seguida, o cimento é espalhado e misturado, a água é adicionada em quantidade de 1% acima da correspondente à umidade ótima de compactação proctor normal. Após a homogeneização, a mistura é colocada em sacos, com preenchimento até cerca de dois terços do volume útil do saco. Em seguida, ocorre o fechamento mediante costura manual. O ensacamento dos materiais facilita o transporte até a obra e elimina a necessidade de utilizar a fôrma para a construção de paredes.

No canteiro de obras, os sacos de solo-cimento são dispostos em camadas de posicionadas horizontalmente, para reduzir o volume de vazios em seguida cada camada de material é compactada de acordo com o método. As posições dos bolsões na camada escalonaram intencionalmente com a camada imediatamente abaixo, para garantir mais intertravamento e maior densidade de parede. A compactação geralmente é feita manualmente com soquetes.

As faces externas das paredes podem ser protegidas externamente com argamassa fina de concreto para evitar efeitos corrosivos do vento e das águas superficiais.

Segundo (Marangon, 1992), esta técnica tem se mostrado muito promissora devido ao seu baixo custo e ao fato de não exigir mão de obra ou equipamentos especializados.

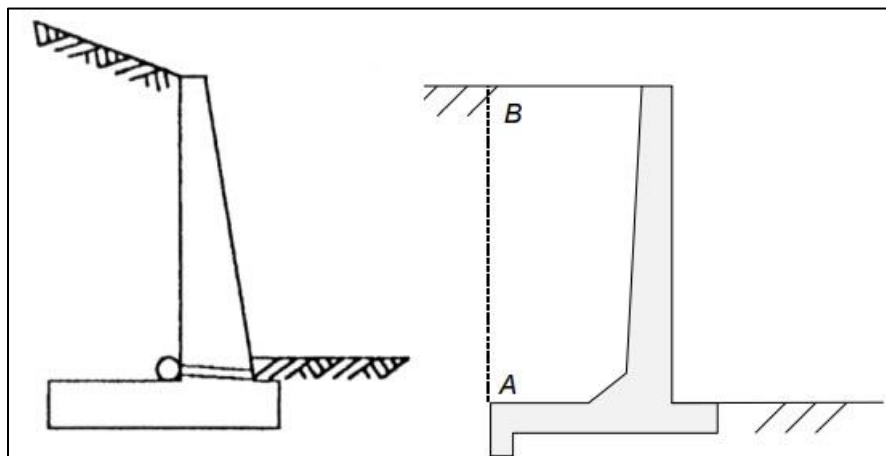
Muros de contenção de solo-cimento com altura de 2 a 5 metros costumam cerca de 60% do custo de um muro de mesma altura feito de concreto armado. Outras vantagens incluem a facilidade de construção de paredes curvas (adaptadas à topografia local) e oportunidades de uso do solo residual.



(Figura 5: Muro de sacos de Solo-cimento)  
Fonte: Estruturas de Contenção- FEUERJ

### 2.1.5 Muros de Flexão

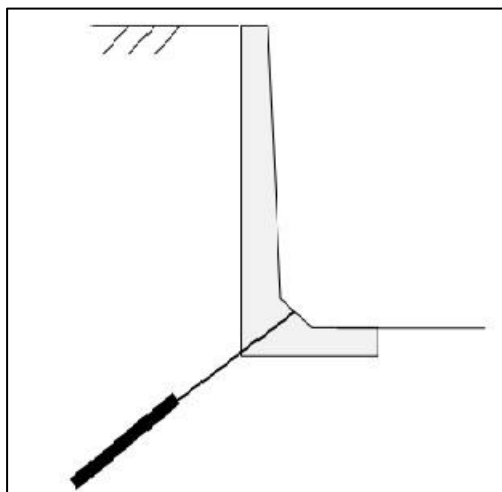
A parede de flexão é uma estrutura esbelta com seção em "L" que resiste a empurrões quando dobrada, utilizando parte do peso da própria massa, que repousa sobre a base do "L", para se equilibrar. Geralmente são construídos em concreto armado, o que os torna antieconômicos para alturas superiores a de 5 a 7 m. A placa de base tem tipicamente 50 a 70° de largura a partir da altura da parede. A face é ativa na flexão e se necessário pode utilizar vigas de enrijecimento, em caso de maiores alturas.



(Figura 6: Muro de Flexão)

Fonte: Estruturas de Contenção- FEUERJ

As paredes de flexão (Figura 7) também podem ser ancoradas na base com tirantes ou chumbadores (rocha) para melhorar sua estabilidade. Esta solução de design pode ser aplicada quando são usados materiais competentes para a base da parede (à prova de som ou pedra intemperada) e quando o espaço disponível é limitado para que a base da parede tenha o tamanho necessário para estabilização.



(Figura 7: Muro de Flexão ancorado na base: Seção transversal)  
Fonte: Estruturas de Contenção- FEUERJ

#### **4 DIMENSIONAMENTO DO MURO DE GABIÃO NO POSTO COSTA DOURADA**

Para o dimensionamento do muro de gabião, foi usado o novo GAWAC®3.0, um software para análise de estabilidade de muros de gabião da Maccaferri. Este software permitiu analisar as seções transversais do muro de gabião na condição mais adequada através do melhor desempenho, otimizando materiais e permitindo escolher o tipo de gabião com o revestimento e malha tecnologicamente adequados ao ambiente do projeto. No dimensionamento é usado o GSC (Gabion Serviceability Coefficient).

Devido a falta de disponibilidade do ensaio geotécnico, foi admitido empiricamente a coesão, ângulo de atrito e densidade do solo, o dimensionamento foi feito baseado sobre a seção mais crítica.

##### **4.1 Dados gerais**

Os parâmetros de resistência são usualmente obtidos para a condição de



ruptura (pico da curva tensão-deformação) do solo e, dependendo da condição de projeto, devem ser corrigidos por fatores de redução.

$$\phi'd = \arctan\left(\frac{\tan\phi'p}{SF\phi}\right) \quad ; \quad c'd = \left(\frac{c'p}{FSc}\right)$$

Onde:  $\phi'd$  e  $c'd$  são, respectivamente, o ângulo de atrito e a coesão para dimensionamento;  $\phi'p$  e  $c'p$  são, respectivamente, o ângulo de atrito e a coesão de pico; e  $SF\phi$  e  $FSc$  são os fatores de redução para atrito e coesão, respectivamente. Os valores de  $SF\phi$  e  $FSc$  devem ser adotados na faixa entre 1,0 e 1,5, dependendo da importância da obra e da confiança na estimativa dos valores dos parâmetros de resistência  $\phi'p$  e  $c'p$ .

Dados sobre o muro

### Dados sobre o muro

**Dados Gerais**

Inclinação (°):

Peso específico [kN/m³]:

Porosidade (%):

Geotêxtil no terrapleno  
 Redução no atrito (%):

Geotêxtil sob a base  
 Redução no atrito (%):

**Camadas**

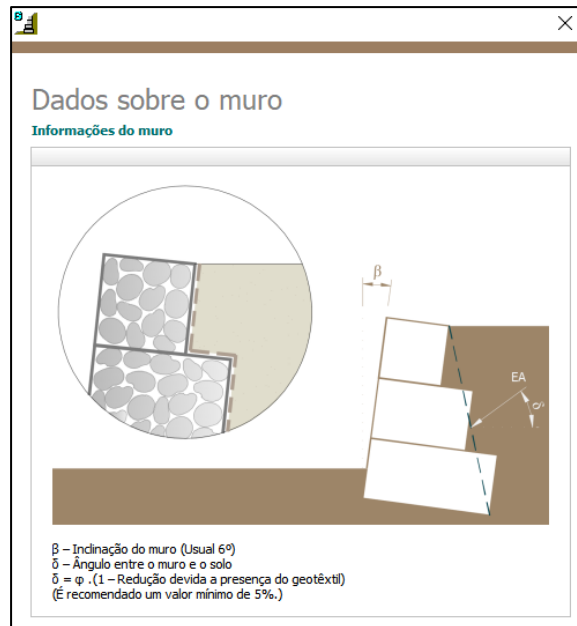
Laigura (m)	Altura (m)	Desloc. (m)	Strong face	
2.00	0.50		<input checked="" type="checkbox"/>	Base
2.00	1.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.50	1.00	0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.50	1.00	0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	Topo

Strong Face:

Malha:

OK Cancelar

(Figura 8 – Inclinação, Peso específico, Porosidade, Malha)  
 Fonte: GAWAC®3.0



(Figura 9: Ângulos)  
Fonte: GAWAC®3.0

## 4.2 Estabilidade

Para que o muro não tombasse em torno da extremidade externa, o momento resistente precisou ser maior que o momento solicitante.

$$F_{S_{\text{tomb}}} = \frac{M_{\text{res}}}{M_{\text{solic}}} \geq 1,5$$

Onde:  $M_{\text{res}}$  = Momento resistente ;  $M_{\text{solic}}$  = Momento solicitante.

Contra o deslizamento foi necessário a verificação do equilíbrio dos componentes horizontais das forças atuantes e um fator de segurança adequado.

$$F_{S_{\text{DESLIZ}}} = \frac{\Sigma r_{\text{res}}}{\Sigma s_{\text{solic}}} \geq 1,5$$

A distribuição de pressões verticais na base do muro apresenta uma força trapezoidal, esta distribuição não uniforme é devida à ação combinada do peso e do empuxo sobre o muro. Por isso, as equações de equilíbrio são:

$$\Sigma F_v = 0 \therefore (\sigma_1 + \sigma_2) \times \frac{b}{2} = v$$

$$\sum M_o=0 \quad \therefore \quad (\sigma_1 - \sigma_2) \times \frac{b}{2} \times \frac{b}{6} = V \times e$$

Onde: V = somatório das forças verticais; e = excentricidade; b = largura da base do muro.

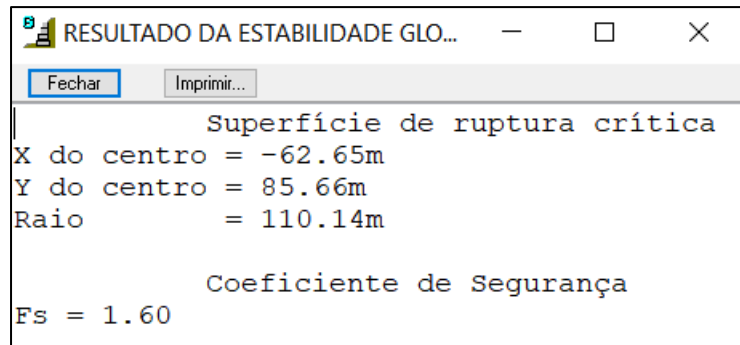
A verificação do sistema de contenção quanto a sua segurança em relação a estabilidade geral consiste na verificação de um mecanismo de ruptura global do maciço. Neste caso, a estrutura de contenção é considerada como um elemento interno à massa de solo, que potencialmente pode se deslocar como um corpo rígido. Normalmente essa verificação consiste em se garantir um coeficiente de segurança adequado à rotação de uma massa de solo que se desloca ao longo de uma superfície cilíndrica.

$$F_{S_{GLOBAL}} = \frac{\sum M \text{ resistentes}}{\sum M \text{ instabilizantes}} \quad \begin{matrix} > 1,3 \text{ obras provisórias} \\ > 1,5 \text{ obras permanentes} \end{matrix}$$

Para dar continuidade aos calculos, usa-se o método de Fellenius, que consiste em dividir a massa de solo em fatias e considerar as forças atuantes em cada uma delas.

(Figura 10: Estabilidade)

Fonte: GAWAC®3.0



(Figura 11: Estabilidade global; Coeficiente de segurança)  
Fonte: GAWAC@3.0

## 5 EXECUÇÃO DO MURO DE GABIÃO

A montagem inicial do muro de gabião, incluiu a locação e reparação do terreno. Devido ao escalonamento da barreira estar muito inclinada, o cálculo solicitou que a barreira fosse aberta a cada 5 metros. Mas, devido ao risco de deslizamento de terra, foi aberto a cada 10 metros. Foi necessário escavar o solo para acomodar a futura construção junto com o sistema de drenagem.

A montagem das caixas foi realizada individualmente com auxílio de arames e então transportada para o local onde foi realizado a amarração do conjunto. A montagem foi executada sequencialmente em linhas. Os gabaritos de madeira foram usados para alinhar e acomodar as faces no preenchimento, evitando que ficassem “estufadas” ou “deformadas”. A instalação da manta têxtil bidin foi feita para garantir que o solo fino não ultrapassasse para a caixa de gabião.

O preenchimento com as pedras de face, foi executado mecanicamente com uma retroescavadeira (preenchidas 1/3 de uma caixa por vez) e em etapas, sendo organizadas manualmente. Os contrafortes de arame que ligam a parte de trás e a frente da caixa foram colocadas no interior como reforço, entre uma etapa de enchimento e outra. Depois de concluídas, as telas foram fechadas e costuradas com arames galvanizados. Uma geotêxtil (geomanta) foi instalada na parte de trás da parede para evitar o escoamento do solo e o aparecimento de futuros problemas de erosão. Depois de completas as linhas, uma por vez, foi realizado o preenchimento e compactado do solo atrás da parede.



(Figura 12: Montagem das caixas/telas do muro de gabião)  
Fonte: Autoral



(Figura 13: Preenchimento das telas do muro de gabião)  
Fonte: Autoral



(Figura 14: Aplicação da geomanta)  
Fonte: Autoral

## 6 CONCLUSÃO

O trabalho elaborado abordou o dimensionamento e execução da estrutura de contenção do tipo muro de gabião, no Posto Costa Dourada. O dimensionamento da situação real e análise econômica do método de execução do mesmo, a benéfica economia diante da simplicidade do método, não sendo feito o ensaio geotécnico, súperdimensionando a estrutura, e o dimensionamento ser feito baseado sobre a seção mais crítica, mesmo assim, ocorreram deslizamentos do talude atrás do muro de gabião, ocasionando atrasos na entrega do mesmo. A equipe responsável pela construção do muro foi eficiente para achar as soluções corretas para o término do muro com segurança e economia.

O trabalho proporcionou a experiência de conhecer e desenvolver todas as etapas de um dimensionamento e execução de uma estrutura de contenção desde o uso da topografia para a definição das seções transversais da obra, a estimativa dos parâmetros geotécnicos a partir das sondagens, as verificações da segurança quanto ao deslizamento, ao tombamento, e a estabilidade global do talude para o dimensionamento geotécnico e, por fim, a execução desta estrutura.

## REFERÊNCIAS

**As vantagens de construir um muro de Arrimo de Gabião.** Disponível em: ><https://hidrosconsultoria.com.br/artigo-muro-de-arrimo-de-gabião/>>. Acesso em: 7 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 6023: **Informação e documentação** — Referências — Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 11682: **Estabilidade de Encostas Condições Gerais**— Referências — Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, maio. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

BECKER, L., 2014, **Notas de Aula da Disciplina de Estabilidade de Taludes e Estruturas de Contenção**, Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014.

EHRlich, M.; BECKER, L., **Muros e taludes de solo reforçado: projeto e execução**. Oficina de Textos, 2009.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo Aurélio Século XXI: **o dicionário da língua portuguesa**. 3 ed. totalmente rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

GERSCOVICH, DMS; SARAMAGO, Robson; DANZIGER, Bernadete Ragoni. **Contenções: teoria e aplicações em obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

GERSCOVICH, Denise MS. **Estruturas de contenção: muros de arrimo**. Apostila do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da UERJ. Rio de Janeiro: UERJ, 2010.

GERSCOVICH, D.M.S., **Estabilidade de Taludes**, Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil, 2012.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo**. 2ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1994.

MARCHETTI, O. **Muros de Arrimo**. 1. ed. São Paulo: Blucher. 2007.

RANZINI, S.M.T., NEGRO JUNIOR, A., 1996, Capítulo13 – **Obras de Conteção: Tipos, Métodos Construtivos, Dificuldades Executivas**. In: HACHICH et al. **Fundações: Teoria e Prática**. São Paulo: PINI. P.499.

XAVIER, A.M. **Cálculo e detalhamento de muros de arrimo em concreto armado e fundação superficial**. Monografia (Graduação). Departamento de Engenharia Civil, UFSCar. São Carlos, 2011.

**Software GAWAC® 3.0**- Disponível em: <[https://www.maccaferri.com/br/gawac\\_3-0/](https://www.maccaferri.com/br/gawac_3-0/)>. Acesso em: 1 fev. 2022.



**ANEXOS**

## **CÁLCULO ESTRUTURAL E FUNDAÇÕES**

**SHEROLLA SMIRNA DE LIMA FERREIRA**

**ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO DA  
ESTRUTURA DE CONTENÇÃO DO TIPO MURO DE GABIÃO  
NO POSTO COSTA DOURADA**

Recife, Pernambuco, 2022

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em primeiro lugar, que sempre me conduziu as devidas lições de amor e compaixão.

Aos meus pais, Charles Ferreira e Jeóasia Ferreira, que sempre estiveram ao meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida. Aproveito também para agradecer todo o suporte que me deram em casa e o amor dedicado.

Aos meus irmãos Sherdlla Kettering e Hebert Wesley, pelos momentos de companheirismo e pela compreensão aos momentos de ausência.

Aos meus amigos, pela compreensão e força.

Aos Engenheiros André Leal e Ricardo Almeida, pela ajuda a respeito do dimensionamento do muro de Gabião.

A empresa Singular Engenharia, que me deu apoio e auxílio quando possível e sempre que necessário para a conclusão deste trabalho.