



CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA - LTDA

FACULDADE DE ITAITUBA- FAI

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DARLISON DA SILVA E SILVA

WEMESON CARMO DOS ANJOS FILHO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTIMATIVA DE CUSTO PELA  
TABELA SINAPI E PELA TABELA DE EMPRESA LOCAL DA CIDADE  
DE ITAITUBA-PA: EXECUÇÃO DE MURO DE CONTENÇÃO**

Itaituba-PA

2026

DARLISON DA SILVA E SILVA  
WEMESON CARMO DOS ANJOS FILHO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTIMATIVA DE CUSTO PELA  
TABELA SINAPI E PELA TABELA DE EMPRESA LOCAL DA CIDADE  
DE ITAITUBA-PA: EXECUÇÃO DE MURO DE CONTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Itaituba para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.  
Orientador: Prof. Esp. Wesley Aguiar Pinto

Itaituba-PA

2026

SILVA, Darlison da Silva e; FILHO, Wemeson Carmo dos Anjos.

Orçamento da execução de um muro de contenção em uma edificação residencial particular em Itaituba-PA: Estudo de caso. / Itaituba, 2026.

60 f.: il.

Orientador: Prof. Esp. Wesley Aguiar Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Civil – Faculdade de Itaituba– FAI, 2026.

1. Engenharia. 2. Orçamento. 3. Muro. I. Pinto, Wesley Aguiar. II Faculdade de Itaituba. Itaituba, BR – PA, 2026.

DARLISON DA SILVA E SILVA  
WEMESON CARMO DOS ANJOS FILHO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTIMATIVA DE CUSTO PELA  
TABELA SINAPI E PELA TABELA DE EMPRESA LOCAL DA CIDADE  
DE ITAITUBA-PA: EXECUÇÃO DE MURO DE CONTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Itaituba para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Wesley Aguiar Pinto

**BANCA EXAMINADORA**

Presidente.....Nota:\_\_\_\_\_

Prof. Esp. Wesley Aguiar Pinto

Avaliador:.....Nota:\_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup> Me. Maria Danielle Lobato Paes

Avaliador:.....Nota:\_\_\_\_\_

Prof. Esp. Andryo Henrique Freitas da Silva

Resultado: \_\_\_\_\_Média:\_\_\_\_\_

Data: 13 de Março de 2026.

Dedico o presente Trabalho, primeiramente a Deus, por me conceder sabedoria, força e perseverança ao longo de toda a trajetória acadêmica, e segundo a minha mãe Maria de Fátima da Silva e Silva e minha esposa, Janne Patrícia Correa Bezerra, que, com apoio constante, incentivo e encorajamento, que foram fundamentais para que eu alcançasse esta conquista tão importante na minha vida (DARLISON).

Dedico este trabalho, com todo amor e gratidão, à minha mãe, Darcy do Carmo dos Anjos, que sempre esteve ao meu lado, sendo meu maior exemplo de força, dedicação e perseverança. Sua luta, apoio e incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Esta conquista também é sua. (WEMESON).

## **AGRADECIMENTOS**

### **Darlison da Silva e Silva**

Primeiramente, agradecemos a Deus por nos conceder saúde, sabedoria e perseverança ao longo de toda a trajetória acadêmica, permitindo a conclusão desta importante etapa de formação. Expressamos, igualmente, nossa sincera gratidão ao corpo docente, que de forma ética, responsável e comprometida desempenhou papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem, transmitindo conhecimentos técnicos, científicos e práticos que constituíram a base do nosso desenvolvimento acadêmico e profissional. As orientações, experiências compartilhadas e o incentivo constante foram essenciais para a construção de uma postura crítica, ética e preparada para os desafios da futura atuação profissional.

Vale ressaltar o empenho de nós como parceiros na busca pela integração e aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo de toda a trajetória acadêmica, com o propósito de desenvolver um Trabalho de Conclusão de Curso pautado na qualidade técnica e no rigor científico. Agradecemos, de forma especial, a todos os professores e colegas que, direta ou indiretamente, contribuíram com orientações, críticas construtivas e trocas de experiências ao longo dessa jornada. Essa etapa representa um dos momentos de maior relevância para a consolidação da formação acadêmica e para o amadurecimento profissional, servindo como base para os desafios futuros da carreira na Engenharia Civil.

### **Wemeson Carmo dos anjos Filho**

Primeiramente, agradeço a Deus, que me concedeu força, sabedoria e perseverança para superar os desafios ao longo desta jornada, iluminando meus caminhos e tornando possível a realização deste trabalho.

Agradeço, de forma especial, à minha mãe, que sempre fez tudo por mim, sendo meu maior exemplo de amor, dedicação e coragem. Seu apoio incondicional foi fundamental para que eu não desistisse diante das dificuldades.

À minha família, que esteve ao meu lado em todos os momentos, oferecendo incentivo, compreensão e apoio, deixo minha sincera gratidão.

À minha noiva, agradeço pelo companheirismo, paciência e ajuda constante. Seu apoio e incentivo foram essenciais para que eu seguisse firme até a conclusão deste trabalho.

*“Sempre parece Impossível até que seja feito!”*

Nelson Mandela

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso apresenta um estudo detalhado sobre o orçamento da execução de um muro de contenção em uma edificação residencial em Itaituba, no estado do Pará. O objetivo principal é analisar os diferentes tipos de muros de contenção, seu processo construtivo e a viabilidade orçamentária para a implementação de tais estruturas em terrenos com condições específicas. O Trabalho de Conclusão de Curso inicia-se com uma revisão histórica sobre o desenvolvimento das estruturas de contenção, abordando a evolução dos materiais e técnicas ao longo do tempo. Essa seção contextualiza a importância dos muros de contenção na engenharia civil, especialmente em áreas com relevo irregular. Em seguida, são discutidos os dois principais tipos de muros de contenção: os muros de gravidade, que utilizam seu peso para resistir à pressão do solo, e os muros de flexão, que dependem de sua forma e material para suportar as cargas. O estudo detalha as características, vantagens e desvantagens de cada tipo, considerando o contexto da edificação em análise. Uma seção importante do trabalho foca na classificação do solo da área de estudo, discutindo os métodos de reforço e o uso de geossintéticos para melhorar a estabilidade do muro de contenção. Essas técnicas são fundamentais para garantir a durabilidade e eficiência da estrutura. O Estudo também aborda a importância do sistema de drenagem, tanto superficial quanto profunda, para evitar problemas de saturação do solo, que podem comprometer a integridade do muro. São apresentados métodos de drenagem que podem ser aplicados no projeto. A parte orçamentária detalha todos os custos envolvidos na execução do muro de contenção, desde a aquisição de materiais até a mão de obra. O orçamento é baseado em dados coletados em campo e em tabelas de preços atualizadas da região. Assim este estudo teve como justificativa a busca por atender com segurança a execução do empreendimento de modo obter os menores custos possíveis. A metodologia do estudo inclui pesquisa de campo e coleta de dados através de entrevistas com profissionais da área, observações diretas e análise de documentos técnicos. Os resultados alcançados indicam que a diferença de custo entre composição da empresa e a composição do SINAPI apresentaram diferença de cerca de 16%. Assim, é possível concluir que há a necessidade de adequações da planilha SINAPI à realidade local da cidade de Itaituba, que apresenta logística distinta da considerada no cálculo do índice atual.

**Palavras-Chaves:** Engenharia; Orçamento; Muro.

## **ABSTRACT**

This final course project presents a detailed study on the budget for the construction of a retaining wall in a residential building in Itaituba, Pará state. The main objective is to analyze the different types of retaining walls, their construction process, and the budgetary feasibility of implementing such structures on terrains with specific conditions. The final course project begins with a historical review of the development of retaining structures, addressing the evolution of materials and techniques over time. This section contextualizes the importance of retaining walls in civil engineering, especially in areas with irregular terrain. Next, the two main types of retaining walls are discussed: gravity walls, which use their weight to resist soil pressure, and flexural walls, which depend on their shape and material to support loads. The study details the characteristics, advantages, and disadvantages of each type, considering the context of the building under analysis. A key section of the work focuses on the soil classification of the study area, discussing reinforcement methods and the use of geosynthetics to improve the stability of the retaining wall. These techniques are fundamental to ensuring the durability and efficiency of the structure. The study also addresses the importance of the drainage system, both surface and deep, to avoid soil saturation problems, which can compromise the integrity of the wall. Drainage methods that can be applied to the project are presented. The budget section details all the costs involved in the execution of the retaining wall, from the acquisition of materials to labor. The budget is based on data collected in the field and on updated price tables for the region. Thus, this study was justified by the need to safely execute the project while obtaining the lowest possible costs. The study methodology includes field research and data collection through interviews with professionals in the field, direct observations, and analysis of technical documents. The results indicate that the cost difference between the company's composition and the SINAPI composition was approximately 16%. Therefore, it can be concluded that the SINAPI spreadsheet needs to be adapted to the local reality of the city of Itaituba, which has a different logistics than that considered in the calculation of the current index.

**Keywords:** Engineering; Budget; Wall.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

|           |                                                                 |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1A | Muros em alvenaria de pedra.....                                | 18 |
| Figura 1A | Muro gravidade em alvenaria de pedra com perfil escalonado..... | 18 |
| Figura 2  | Muro de flexão.....                                             | 20 |
| Figura 3  | Muro de arrimo com contrafortes.....                            | 20 |
| Figura 4  | Estrutura de contenção em solo reforçado.....                   | 23 |
| Figura 5  | Geogrelhas.....                                                 | 24 |
| Figura 6  | Geocompostos.....                                               | 25 |
| Figura 7  | Resultados do teste axial.....                                  | 26 |
| Figura 8  | Geometria típica e parâmetros de projeto.....                   | 27 |
| Figura 9  | Esquema de Terra Armada.....                                    | 28 |
| Figura 10 | Terra Armada ou solo armado.....                                | 30 |
| Figura 11 | Formatos de painéis pré-moldados.....                           | 31 |
| Figura 12 | Localização da residência onde foi construído o muro.....       | 43 |
| Figura 13 | Demarcação para levantamento do Muro.....                       | 44 |
| Figura 14 | Escavação para o início da obra.....                            | 44 |
| Figura 15 | Ferragem e Revestimento com lona.....                           | 45 |
| Figura 16 | Concretagem das armaduras.....                                  | 45 |
| Figura 17 | Drenagem do Muro.....                                           | 50 |

## LISTA DE TABELAS

|          |                                                                |    |
|----------|----------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | Relação de materiais utilizados na obra para levantamento..... | 46 |
| Tabela 2 | Relação de valores e serviços na obra.....                     | 51 |
| Tabela 3 | Resumo Geral de Custos.....                                    | 52 |
| Tabela 4 | Relação de valores e serviços na obra segundo SINAPI.....      | 52 |
| Tabela 5 | Resumo Geral de Custos.....                                    | 53 |

## LISTA DE SIGLAS

|       |                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ASTM  | Sociedade Americana de Testes e Materiais                                            |
| BNH   | Banco Nacional de Habitação                                                          |
| CEHOP | Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas                                     |
| DIMET | Diretoria de Planejamento Metropolitano e Gestão Territorial                         |
| IBGE  | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                                      |
| NBR   | Norma Brasileira                                                                     |
| LDO   | Lei de Diretrizes Orçamentárias                                                      |
| OGU   | Orçamento Geral da União                                                             |
| SEDOP | Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas<br>do Estado do Pará |
| SINAP | Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção<br>Civil              |
| PEI   | Pesquisa de Especificação de Insumos                                                 |
| PLC   | Pesquisa de Locais de Compras                                                        |

## SUMÁRIO

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                        | <b>12</b> |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                                                               | <b>14</b> |
| 2.1 HISTÓRICO DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO.....                                                  | 14        |
| 2.2 ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO.....                                                                | 15        |
| 2.3 TIPOS DE CONTENÇÕES.....                                                                    | 17        |
| 2.3.1 Muros de gravidade.....                                                                   | 17        |
| 2.3.2 Muros de flexão e contraforte.....                                                        | 19        |
| 2.3.3 Solo reforçado com geossintéticos.....                                                    | 22        |
| 2.3.4 Classificação dos geossintéticos.....                                                     | 24        |
| 2.3.5 Parâmetros de projeto.....                                                                | 27        |
| 2.3.6 Terra Armada.....                                                                         | 28        |
| 2.4 DRENAGEM.....                                                                               | 33        |
| 2.4.1 Drenagem superficial.....                                                                 | 34        |
| 2.4.2 Drenagem profunda.....                                                                    | 35        |
| 2.5 ÍNDICE SINAP - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da<br>Construção Civil..... | 35        |
| 2.6 ORÇAMENTO.....                                                                              | 38        |
| <b>3 METODOLOGIA.....</b>                                                                       | <b>41</b> |
| 3.1 MATERIAIS E INSTRUMENTOS.....                                                               | 41        |
| <b>4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>                                                             | <b>43</b> |
| 4.1 MURO DE CONTENÇÃO ANALISADO.....                                                            | 43        |
| 4.2 LEVANTAMENTO DE CUSTOS – CONSTRUÇÃO DE MURO DE<br>CONTENÇÃO.....                            | 46        |
| 4.3 ORÇAMENTO DETALHADO – CONSTRUÇÃO DE MURO DE<br>CONTENÇÃO.....                               | 50        |
| 4.4 ORÇAMENTO DETALHADO – CONSTRUÇÃO DE MURO DE<br>CONTENÇÃO.....                               | 54        |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                | <b>56</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                         | <b>57</b> |
| <b>APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA VISITA TÉCNICA</b>                               | <b>60</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso – TCC tem como tema “Análise Comparativa Entre Estimativa De Custo Pela Tabela SINAPI E Pela Tabela De Empresa Local Da Cidade De Itaituba-PA: Execução De Muro De Contenção”. Dentro do ramo da construção civil existem variadas áreas de atuação, sejam elas edificações verticais, empreendimentos horizontais, execução de rodovias, construção de barragens, entre outras. Mesmo sendo construtos com suas particularidades e diferenças, há um elemento que está presente em todas elas o solo.

Diante do exposto o referido trabalho tem como objetivo geral analisar comparativamente os custos entre a tabela SINAPI e tabela de empresa local da cidade de Itaituba-PA quanto à execução de muro de contenção, demonstrando através do orçamento a diferença de preço. Como objetivos específicos, busca-se: evidenciar através de dados do índice SINAPI se os valores na cidade de Itaituba estão de acordo com a indicação dos órgãos de fiscalização de engenharia civil; avaliar o custo aproximado de execução de um muro de contenção; e destacar a importância de uma estrutura equilibrada para a segurança do muro.

O trabalho ainda é composto pela metodologia que foi construída através de um levantamento bibliográfico através de autores como Teixeira (2003), Vidal (2016), Silva (2012) entre outros, com a finalidade de responder a questão em estudo e alcançar os objetivos descritos, em seguida de uma análise feita através de estudos e pesquisas demonstrando os resultados para responder as questões norteadoras do referido trabalho.

Desta maneira, este trabalho justifica-se pela importância avaliação de custos na execução de uma obra em função da logística considerada, com objetivo de atender com segurança a execução do empreendimento e buscar os menores custos possíveis.

No aspecto técnico das diversas estruturas de contenção existentes, a literatura se encontra bem desenvolvida, contribuindo para o dimensionamento dos projetos. No entanto, quando se refere aos custos de construção envolvidos, poucos estudos são encontrados. Em diversas situações, o custo é um fator decisivo na escolha da solução a ser utilizada. Sendo assim, ressalta-se a importância de

estudar e comparar economicamente as alternativas de projeto de estrutura de contenção para diferentes alturas.

Diante do exposto destacam-se as questões norteadoras: Qual o custo médio de execução de m muro de contenção na cidade de Itaituba - PA? O que os dados do índice SINAPI destacam para a construção? Qual o papel do profissional Engenheiro Civil no cronograma e execução do muro de contenção?

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 HISTÓRICO DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

Desde os primórdios da civilização, os indivíduos constroem e cria estruturas para casas e ambientes de moradia. Dessa forma, de acordo com a época, eles buscavam melhores materiais para que esses ambientes suportassem as chuvas e o calor. Com a evolução e novas tecnologias, há uma busca constante por melhores condições em construções.

De acordo com Barros (2011) os problemas referentes às habitações e suas individualidades são verificados pelo homem desde a antiguidade. Com o intuito de desenvolver os locais de edificação, diversas técnicas de construção foram utilizadas, e estas progrediram ao longo do tempo.

Esses problemas ainda estão presentes nos dias de hoje, e influenciam o estudo do relevo e do solo. As obras de contenção que se objetivam a solucionar problemas associados, especialmente à estabilização de taludes, podem ser destacadas nesse contexto. As sobreposições de grandes pedras e massa utilizando da gravidade foi uma das primeiras soluções utilizadas e continua sendo um método empregado na atualidade.

De acordo com Vertematti (2004), os homens primitivos utilizavam varas, ramos, bambus, palha e materiais fibrosos para reforçar moradias de argila. Um exemplo desta aplicação foi à construção dos Zigurates da Mesopotâmia e da muralha da China. Estão presentes em ambas as estruturas mesclas de argila e cascalho utilizando raízes como reforço.

Diferentes tecnologias aplicadas na execução de obras de contenção surgiram com o desenvolvimento dos métodos construtivos e dos materiais empregados, tal como os muros de flexão. O emprego de materiais naturais como elementos para reforço de solos é atividade usual desde antes de Cristo, desde tempos pré-históricos as inclusões têm sido utilizadas.

Henry Vidal realizou os primeiros trabalhos de concepção do comportamento mecânico de estruturas de contenção em solo reforçado. Na década de 60 e 70 o mesmo desenvolveu e patenteou uma técnica com reforços metálicos titulada de “Terra Armada”. Na mesma época, foram construídas as primeiras obras de estruturas de contenção empregando Geotêxteis (BARROS, 2011).

Para Mitchell; Villet; Board (1987), a utilização de geossintéticos para obras de reforço de solo e contenção vem crescendo gradualmente. No Brasil, a utilização de materiais geossintéticos começou em 1971, com a fabricação do primeiro geotêxtil não tecido. Na década de 80, a primeira grande obra de solo reforçado foi realizada no Brasil (GERSCOVICH; DANZIGER; SARAMAGO, 2016).

A utilização de geossintéticos para reforço de solo e contenção tem crescido significativamente na engenharia civil brasileira, consolidando-se como uma alternativa eficiente e econômica frente aos métodos convencionais, como muros de concreto armado. Essa técnica envolve a incorporação de elementos poliméricos como geogrelhas e geotêxteis em camadas horizontais de solo compactado, criando estruturas compostas capazes de suportar grandes cargas e deformações.

Koerner (1999) relata que, nos anos 50, os materiais sintéticos foram empregados a partir do desenvolvimento de geotêxtis (mantas sintéticas permeáveis) pelas indústrias petroquímicas, e passaram a ser utilizados em obras para o reforço do aterro da rodovia, firmado sobre solo mole. Nesse mesmo período, surgiram no Japão aterros estabilizados com geogrelhas.

## 2.2 ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

Cunha (1991) afirma que as estruturas de contenção, são obras que têm o propósito de prover estabilidade contra a ruptura de maciços de solos ou de rejeitos. Estas estruturas devem se incluir o máximo possível com o meio envolvente, tanto do lado paisagístico como ambiental. Também é significativo adotar soluções de fácil dimensionamento, resistência apropriada às necessidades e que assegurem extensa vida útil à obra.

Nesse contexto as estruturas de contenção são necessárias para que a estabilidade seja atingida com o intuito de não haver rompimentos ou outros agravos. Para que essa obra tenha uma longa vida útil é importante que se adote soluções viáveis que envolva o espaço ambiental.

Segundo Barros (2011) três princípios básicos devem ser levados em consideração para a definição do tipo de contenção a ser aplicada: fator econômico, físico e geotécnico. O primeiro está relacionado à disponibilidade de material adequada, mão-de-obra especializada, tempo de execução e custo final da estrutura. O segundo compõe-se, resumidamente, pela altura da estrutura de

retenção e pelo espaço disponível para construção. Já o último considera a natureza geológica da região onde será implantada a obra, a capacidade de suporte do solo da base e a existência ou não de lençol freático.

Vale ressaltar que para uma obra obter resultados positivos é importante que conte com etapas e um cronograma que vai desde a contratação de profissionais e todo serviço até a finalização da construção, sendo importante a realização de projeto e emissão de licenças para a edificação conforme a padronização e cobrança dos órgãos responsáveis.

Um aspecto levantado por Moliterno (1980) é a importância de se atentar, antes da execução de uma obra de retenção, à possibilidade de ocorrer movimentos lentos da encosta, decorrentes da fissuração da superfície e declividade das árvores.

As estruturas de retenção estão quase sempre presentes nas obras de fundações. São elementos indispensáveis em projetos de estradas, estabilização de encostas, barragens, subsolos para estacionamentos, entre outros. São utilizadas quando for necessário vencer um desnível e não houver a possibilidade de construção de um talude e quando se desejar efetuar um corte num terreno natural, otimizando o espaço e aumentando consideravelmente a inclinação do corte. A principal função destas estruturas é promover estabilidade e segurança (MEDEIROS, 2005).

As estruturas de retenção se dividem basicamente em dois grupos: estruturas de retenção convencionais (muros de gravidade, de flexão e gabiões) e estruturas de retenção em solo reforçado. Estas utilizam um sistema de estabilização interna, através de reforços, que podem ser sintéticos ou metálicos e se prologam no interior do solo além da cunha potencial de ruptura. Aqueles são estabilizadas externamente, através de uma estrutura que se contrapõe aos empuxos gerados pelo maciço de terra (PLÁCIDO; KAMIJI; BUENO, 2010).

Variados elementos podem ser utilizados na construção dos muros de gravidade, destacando-se o concreto armado, o concreto simples, alvenaria de pedra ou de tijolos, ou solo-cimento ensacado. É recomendado que os materiais constituintes das estruturas de retenção e suas geometrias sejam adequados às diversas situações, garantindo a segurança e suportando as solicitações no decorrer de toda vida útil (GERSCOVICH, 2016).

As estruturas podem ser classificadas ainda como: estruturas rígidas e estruturas flexíveis. As constituídas de materiais inextensíveis, que não admitem nenhum tipo de deformação, são denominadas rígidas. As formadas por materiais deformáveis, que absorvem os esforços sem perder a estabilidade e capacidade, são designadas flexíveis (BARROS, 2011).

Vale ressaltar ainda a importância de um bom sistema de drenagem junto às estruturas de contenção, para redução das pressões da água na estrutura. O solo pode ser enfraquecido devido à abundância de água, gerando diversos problemas. Para os muros de arrimo, a saturação do maciço aumenta os esforços sobre o muro, desestabilizando o sistema (CEDERGREN, 1997).

As estruturas de contenção podem ser utilizadas em obras provisórias. No caso da construção de valas, elementos da estrutura são inseridos previamente à escavação e ao decorrer da escavação a estrutura é complementada. Quando a obra é finalizada, o reaterro é realizado e a estrutura pode ser retirada e reutilizada posteriormente.

Já no caso das obras permanentes, a escavação é realizada primeiramente e deixa-se um espaço para a implantação da estrutura, no intuito de facilitar a execução. Após a conclusão desta etapa, o reaterro do espaço deixado é executado. Vale ressaltar que não são procedimentos obrigatórios para estruturas provisórias e permanentes, podendo haver exceções (VILAR; BUENO, 2004).

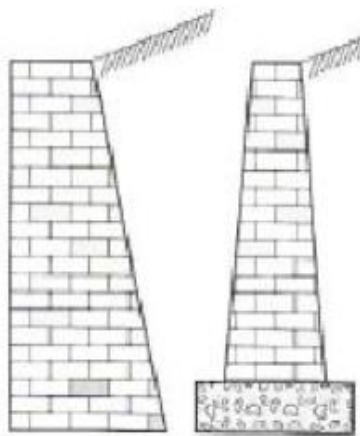
## 2.3 TIPOS DE CONTENÇÕES

### 2.3.1 Muros de gravidade

Os muros de gravidade são estruturas que resistem aos empuxos devido ao seu peso próprio, não há desenvolvimento de tensões de tração em nenhuma seção da estrutura. São utilizados comumente como contenção de pequenos desníveis, com altura de até cerca de 5 m. Podem ser construídos utilizando pedras, concreto ciclópico, gabiões, sacos de solo-cimento ou ainda, pneus usados. Os mais antigos e abundantes, são os muros de alvenaria de pedra. Em virtude do alto custo, a aplicação destes muros se tornou pouco frequente, especialmente em muros com maiores alturas (GERSCOVICH, 2016).

Segundo Gerscovich, Danziger e Saramago (2016), quando compostos apenas por pedras arrumadas manualmente, os muros de gravidade dispensam sistemas de drenagem, visto que o próprio material é drenante. O processo construtivo é simples e possui baixo custo. Estes muros são indicados para contenção de taludes pequenos e a sua base deve possuir entre 0,5 a 1,0 m de largura, e estar apoiada em um nível abaixo ao da superfície do solo. Desta forma, o risco de ruptura por deslizamento é reduzido. A Figuras1A mostra a representação da seção de um perfil em alvenaria de pedra, e a Figura 1B apresenta a foto desse tipo de muro.

Figura 1 A - Muros em alvenaria de pedra



Fonte: Rocha (2017)

Figura 1 B - Muro gravidade em alvenaria de pedra com perfil escalonado



Fonte: Rocha (2017)

Ainda segundo Gerscovich (2016), para atingir maior rigidez e suportar maiores alturas, utiliza-se argamassa de cimento e areia no assentamento das pedras. A argamassa auxilia no preenchimento dos vazios dos blocos de pedras e aumenta a rigidez. Com o uso da argamassa, entretanto, o muro perde sua capacidade drenante, tornando-se necessário o uso de dispositivos de drenagem.

Os muros de gravidade são caracterizados pelo lançamento e compactação do solo de aterro posteriormente à execução, ou durante a execução do muro, no caso dos gabiões. Devido a isto, se torna necessário muitas vezes a escavação do terreno natural. O volume de solo é comumente constituído por solo natural e aterro. Essa característica confere ao sistema uma heterogeneidade irremediável e pode existir uma superfície de deslizamento na área de contato entre o solo natural e o aterro (BARROS, 2011).

Os muros de gravidade são estruturas de contenção que utilizam o seu próprio peso massa para resistir aos esforços horizontais de empuxo do solo, sendo ideais para conter pequenas e médias alturas, geralmente abaixo de 5 metros.

Comuns em muros de alvenaria de pedra, gabião ou concreto ciclópico, baseiam-se na gravidade e atrito para evitar deslizamentos e tombamentos.

Barros (2011) afirma que tais estruturas podem ser construídas com materiais rígidos (concreto ciclópico, pedras argamassadas, etc) ou materiais flexíveis (gabiões, blocos articulados, etc). Os materiais rígidos exibem certas limitações, pois exigem um bom terreno de fundação e não aceitam deformações. Já os flexíveis, são materiais deformáveis e se adequam aos movimentos do terreno sem reduzir sua eficiência.

A CEHOP – Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (2023) explica que o método executivo de muros de gravidade em alvenaria de pedra se divide da seguinte forma: Locação do Muro, Escavação e compactação do fundo das cavas, e Assentamento das pedras. A seguir, cada uma dessas etapas será melhor descrita.

#### **I. Locação do muro**

Primeiramente são construídos gabaritos de madeira a cada 10 m, para definir a seção do muro conforme dimensões do projeto. São utilizadas linhas de nylon ou arame adequadamente esticado a fim de garantir o alinhamento.

#### **II. Escavação e compactação do fundo das cavas**

Após o alinhamento do muro, é realizada a escavação e a compactação do fundo das cavas, utilizando-se soquetes de 30 a 50 kg. Deve-se aplicar uma camada de concreto magro com 5 cm de espessura e 10 cm de largura maior do que a base do muro.

#### **III. Assentamento das pedras**

As pedras devem ser de boa qualidade e graduação uniforme. São assentadas com argamassa de cimento e areia conforme projeto. O assentamento das pedras é realizado colocando-as lado a lado em camadas horizontais e, em seguida a argamassa é lançada sobre a superfície, a fim de garantir a aderência com a camada seguinte.

### **2.3.2 Muros de flexão e de Contraforte**

De acordo com Gerscovich, Danziger e Saramago (2016), os muros de flexão são estruturas esbeltas que possuem seção transversal em forma de “L” (Figura 2), na maioria dos casos.

Figura 2 - Muro de flexão



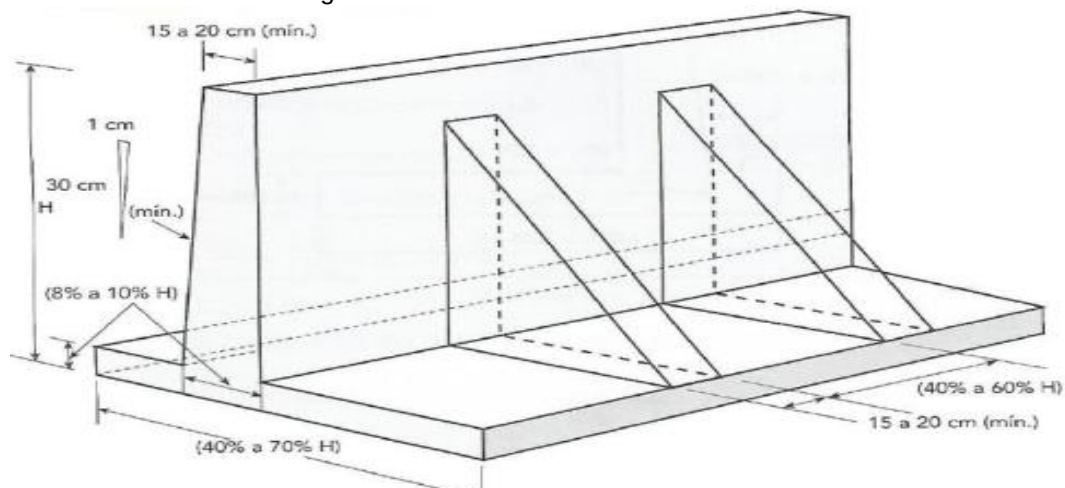
Fonte: Bastos; Farias (2010)

Ainda de segundo Gerscovich, Danziger e Saramago (2016), os muros de flexão podem também apresentar a seção transversal em forma de “T”, em situações que requeiram maiores alturas. Esses muros são denominados desta forma, pela razão de resistirem aos empuxos por flexão, empregando parte do peso próprio do solo que se sustenta sobre a base da estrutura, para manter sua estabilidade.

Por serem executadas em concreto armado, tornam-se inadequados para contenções com alturas acima de 5 m a 7 m, devido ao seu alto custo. A base da estrutura, normalmente possui largura de 50% a 70% da altura da estrutura. São estruturas mais leves que os muros de gravidade, eficientes no combate ao deslizamento e ao tombamento. Demandam armaduras para o combate dos esforços à flexão, exigem solos de fundação com capacidade de suporte adequada e um sistema de drenagem apropriado (BASTOS; FARIAS, 2010).

Nos casos em que existem alturas maiores a serem contidas, se torna conveniente à utilização de contrafortes para complementar a estabilidade contra o tombamento (Figura 3).

Figura 3 - Muro de arrimo com contrafortes



Fonte: Gerscovich; Danziger; Saramago (2016)

Os muros de arrimo com contrafortes (Figura 3) geralmente são espaçados de aproximadamente 70% da altura do muro, e devem ser devidamente armados a fim de suportar a esforços de tração, quando se refere à laje de base interna. Nos casos menos frequentes, onde base da laje é externa a retroaterro, os contrafortes atuam à compressão. São pouco habituais por promoverem perda do espaço disponível próximo à estrutura de contenção (GERSCOVICH; DANZIGER; SARAMAGO, 2016).

Ainda segundo Gerscovich, Danziger e Saramago (2016), em certas circunstâncias, os muros de flexão associados a um adequado sistema de drenagem transformam-se na única solução viável para reforçar o maciço. Podem ainda empregar vigas de enrijecimento, ou serem ancorados na base com tirantes, a fim de melhorar a estabilidade global, como apresentado na Figura 3.

Tal solução pode ser adotada quando há limitação de espaço útil para a construção da base com as dimensões requeridas, ou ainda quando a fundação do muro é composta por rocha sã ou alterada. São compostos por uma laje de fundo horizontal e outra vertical. Tais lajes podem ser constituídas de concreto armado moldado *in loco* ou concreto pré-fabricado (GERSCOVICH; DANZIGER; SARAMAGO, 2016).

A CEHOP – Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (2023) detalha o procedimento executivo dos muros de flexão no quadro 1.

Quadro 1 – Descrição CEHOP

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escavação                             | Após a locação do alinhamento do muro, é realizada a escavação. Para contenções de cortes, é realizada uma escavação adicional próxima ao muro a fim de oferecer segurança à área de trabalho, oferecendo um maior espaço para a realização dos serviços. |
| Compactação do fundo das cavas        | Posteriormente à escavação, a compactação do fundo das cavas deve ser realizada, utilizando-se soquetes de 30 a 50 kg.                                                                                                                                    |
| Camada de concreto magro              | Esta etapa envolve o lançamento de uma camada de regularização de concreto magro com 5 cm de espessura e 10 cm de largura maior que a base do muro. Servirá para criar uma superfície uniforme para posterior montagem das armaduras e concretagem.       |
| Montagem das fôrmas e armação da base | As fôrmas e as armações da sapata (soleira) da fundação deverão ser montadas conforme indicação do projeto, deixando-se as armaduras que farão a conexão da base com a parede do muro nas                                                                 |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | correspondentes posições.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Concretagem da base do muro             | Como dito anteriormente, a concretagem poderá ser realizada empregando concreto moldado <i>in loco</i> ou usinado. Contudo que o concreto utilizado respeite as características determinadas em projeto e respeite às prescrições das normas brasileiras.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Montagem das fôrmas e armação da parede | Depois de finalizada a base, deve-se montar as armações da laje vertical, seguindo as indicações do projeto. As fôrmas são montadas em seguida, e deverão ser estanques e assegurar a geometria do muro, conforme projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Montagem do sistema de drenagem         | Quando houver a ocorrência de águas do lençol freático, deve-se prever um sistema de drenagem. Habitualmente são utilizados dispositivos para drenagem chamados de barbacãs. Estes, quando previstos em projeto, são assentados juntamente com as fôrmas em locais específicos e devem ser protegidos de acidentais desvios durante a concretagem.                                                                                                                                                        |
| Concretagem da parede do muro           | Por fim, deve-se realizar a concretagem. Caso a parede possua uma elevada altura, é necessário ter atenção à altura de lançamento do concreto, pois pode ocorrer a segregação do mesmo e a redução da sua qualidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Execução do aterro                      | Na hipótese de contenção de aterros, a execução do aterro deve ser realizada e em seguida, sua compactação. É recomendado o uso de juntas verticais ao longo da extensão do muro, a fim de evitar a ocorrência de rachaduras ocasionadas pelas retrações do concreto, pelas variações de temperatura ou ainda por movimentações do terreno de fundação. Estas juntas, que podem ser de neoprene ou borracha, devem estar afastadas entre si de 6 a 10 m, e serem colocadas durante a concretagem do muro. |

Fonte: CEHOP (2022)

Quando executado em corte, pode haver a necessidade de escoramento do terrapleno para a execução da estrutura de contenção. Deve-se estar especificado em projeto e, na ausência deste será determinado pela fiscalização, a qual avaliará as condições do terreno.

### 2.3.3 Solo reforçado com geossintéticos

Segundo a ASTM International (ASTM D4439), geossintético é definido como um produto plano fabricado a partir de material polimérico e utilizados em

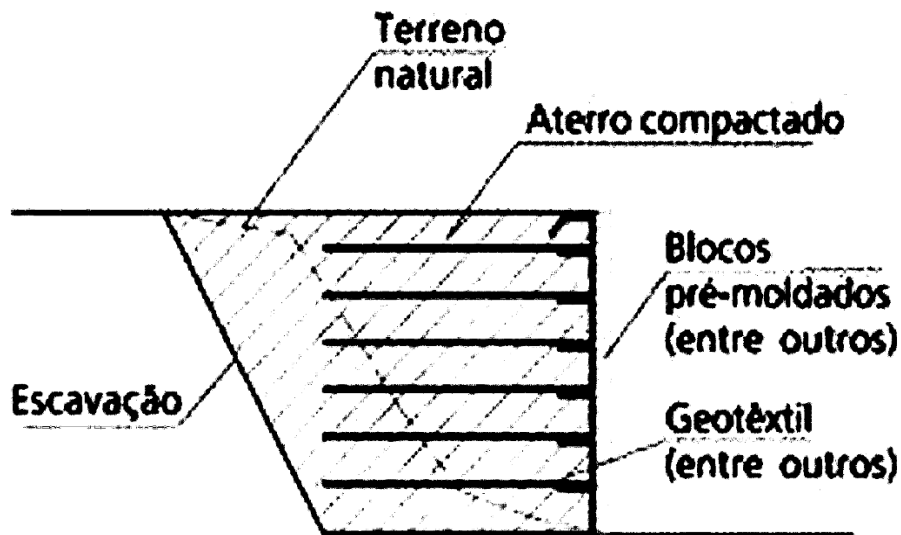
combinação com solo, rocha, terra ou outro material relacionado à engenharia geotécnica como parte integrante de um projeto, estrutura ou sistema.

Os geossintéticos vêm se desenvolvendo rapidamente na engenharia com uma vasta possibilidade de aplicações: transporte, geotecnia, meio ambiente, hidráulica, entre outros. Além disso, estes materiais vêm se desenvolvendo rapidamente. Pode ser utilizada exercendo funções de reforço, filtração, drenagem, separação ou contenção de fluidos ou gases. O uso de geossintéticos tem basicamente dois objetivos: para ter um melhor desempenho ou para ser mais econômico dentre usar materiais tradicionais (KOERNER, 1999).

Segundo Bathurst (2009), taludes podem ser estabilizados através de camadas horizontais de reforços geossintéticos primários. O emprego de geossintéticos permite que taludes mais íngremes sejam construídos, possibilita a restauração dos mesmos ou ainda aumento da sua resistência. Normalmente a face do talude é estabilizada a fim de ser protegida contra a erosão.

Ainda de acordo com Bathurst (2009) reforços secundários parcialmente curtos e pouco espaçados são utilizados ou envelopam-se as camadas de reforço na face. Para isto, pode ser necessário materiais geossintéticos como geocélulas ou geomantas, que geralmente são utilizadas para fixar a vegetação. A Figura 4 apresenta uma estrutura de contenção em solo reforçado.

Figura 4 - Estrutura de contenção em solo reforçado



Fonte: Bathurst (2009)

Os solos reforçados com geossintéticos possuem a mesma configuração que a Terra Armada. São compostos por: aterro, elemento de reforço e face. A face pode constituída ser pelo próprio envelopamento do solo, por blocos de concreto pré-moldado, parede de alvenaria, painéis de concreto, entre outros. Para o reforço,

podem ser empregados diferentes tipos de geossintéticos como geogrelhas, geotêxteis ou a combinação de ambos. Já para o aterro, é indicado o uso de solos granulares não coesivos (SIEIRA, 2003).

#### **2.3.4 Classificação dos geossintéticos**

Koerner (1999) define os geossintéticos utilizados para reforço em 3 grupos: Geotêxteis; Geogrelhas e Geocompostos. A seguir estes serão mais bem detalhados.

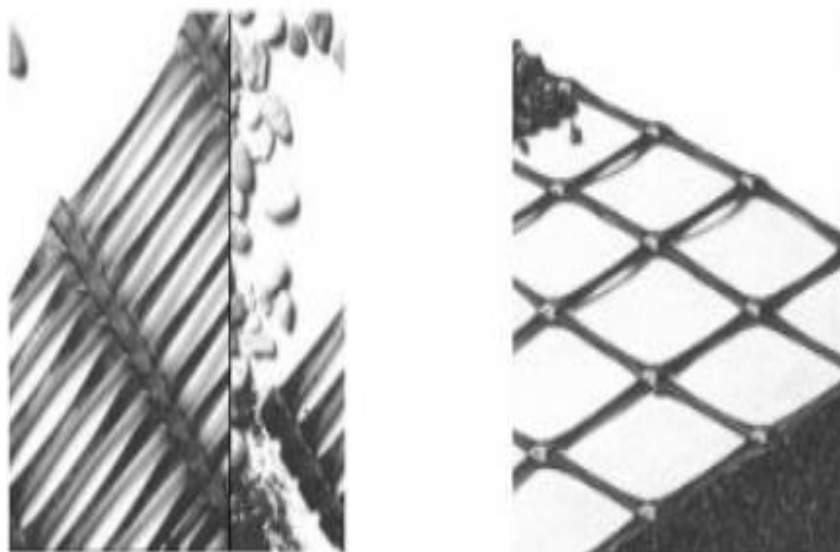
##### **I. Geotêxteis**

Formam um dos maiores grupos de geossintéticos, e vêm crescendo nos últimos anos. São de fato têxteis no sentido tradicional, mas constituem-se em fibras sintéticas, ao invés de naturais como algodão ou lã. Deste modo, não sofrem com biodegradação e vida útil. Tais fibras são elaboradas em tecidos flexíveis e porosos por meio de máquinas ou são enroladas entre si, além de que algumas também são malha. Os geotêxteis são porosos ao fluxo de líquido e desempenham ao menos uma das seguintes funções: separação, reforço, filtração ou drenagem.

##### **II. Geogrelhas**

São plásticos formados em uma configuração aberta (forma de grelha), e funcionam quase exclusivamente como materiais de reforço. São consideradas unidirecionais quando exibem resistência à tração em uma direção (Figura 5 A) e bidirecionais quando mostra resistência à tração em duas direções (Figura 5 B).

Figura 5 – (A) Geogrelha Unidirecional; (B) Geogrelha Bidirecional



Fonte: Koerner (1999)

### III. Geocompostos

São materiais industrializados e consistem em uma combinação de um ou mais geossintéticos. Podem ainda ser associados com outro material sintético ou com solo. Possuem função de reforço, filtração, drenagem, contenção ou separação.

Figura 6 – Geocompostos

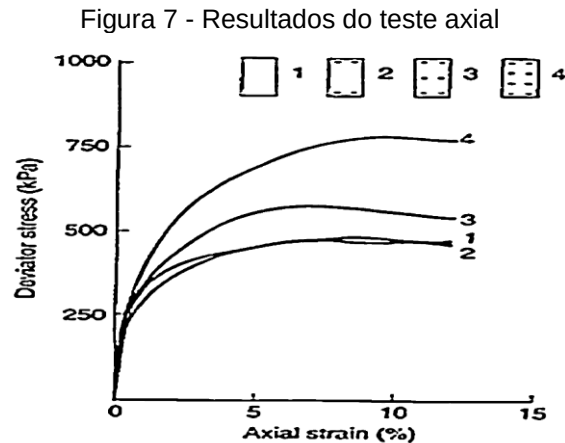


Fonte: Koerner (1999)

A inserção de geossintéticos no maciço de solo oferece uma redistribuição de tensões, possibilitando a construção de obras de terra com geometria diferenciada e a redução do volume de aterro. A introdução destes elementos confere o aumento da resistência e a redução da deformabilidade do maciço. A estabilidade global do sistema é melhorada devido à transferência de esforços para os elementos resistentes (SIEIRA, 2003).

A Figura 7 apresenta os resultados dos ensaios triaxiais realizados por Broms (1977), onde mostra o comportamento do solo para diferentes configurações de solo e geossintético. A curva 1 representa o solo sem reforço, a curva 2 possui geossintéticos nos extremos e não apresenta um comportamento de resistência melhorado. Os resultados mostraram que se o reforço não for colocado na localização adequada, não terá efeito benéfico. Ao ser colocado no centro da amostra como na Curva 3, ou em camadas duplas como na Curva 4, o reforço interrompe potenciais planos de cisalhamento e tem a capacidade de aumentar a resistência ao cisalhamento total.

Koerner (1999) afirma que os geossintéticos são materiais que possuem boa resistência à tração e, por essa razão, podem complementar satisfatoriamente materiais com boa compressão, mas fracos em tensão, como os solos finos de baixa resistência.



Fonte: Broms (1977)

O procedimento construtivo é descomplicado, não exige equipamentos específicos e mão de obra especializada. Como consequência disto, é possível a execução dessas obras de contenção em locais de difícil acesso e também se reduz o tempo de execução. Segundo Elias, Christopher e Berg (2001), o processo construtivo é consideravelmente simples e consiste em muitos dos elementos designados para a construção da Terra Armada. O processo construtivo é dividido em 4 etapas, que serão descritas a seguir.

### **I. Preparação do local**

Remoção dos detritos deslizantes, preparação do primeiro nível de aterro para colocação da primeira camada de reforço. Observar e aprovar a fundação antes da colocação do aterro e dispor os elementos de drenagem se necessário.

### **II. Camada de reforço**

Deve ser colocada com a direção de força principal perpendicular à face do talude e deve-se proteger o reforço com pinos de retenção a fim de evitar o movimento durante a colocação do aterro. É recomendado uma sobreposição mínima de 150 mm ao longo das arestas perpendiculares à inclinação para estruturas envelopadas. Quando não são necessários reforços na face, pode-se dispensar a sobreposição e as bordas devem ser encostadas.

### **III. Camada de aterro:**

Esta etapa envolve a colocação do material de aterro na espessura indicada utilizando equipamentos e a sua compactação. Deve-se ter cuidado ao compactar o material, para evitar qualquer de formação ou movimento do reforço. Próximo à face devem ser utilizados equipamentos de compactação leves a fim de manter o alinhamento da face.

#### IV. Construção da face:

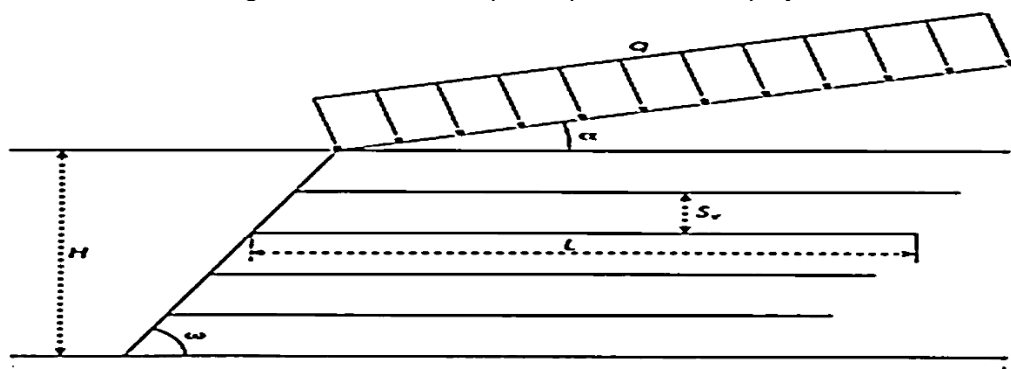
Os requisitos de revestimento do conjunto dependerão do tipo de solo, do ângulo de inclinação e do espaçamento de reforço. Caso o revestimento seja necessário para prevenir a erosão, existem várias opções. Podem ser utilizados reforços com comprimento suficiente para estruturas envelopadas e, caso a inclinação do talude seja até cerca de 1H:1V, o revestimento pode não ser necessário. Neste caso, os reforços podem ser simplesmente estendidos até a face e deve-se prever um tratamento de revestimento.

Para o envelopamento do solo, é recomendado deixar um acréscimo do reforço de no mínimo 1m no aterro abaixo da camada posterior. Para taludes íngremes, pode ser necessário o uso de fôrmas para apoiar a face durante a construção, melhorando a compactação e proporcionando um acabamento mais suave. Além disso, telas de arames soldadas são frequentemente utilizadas para revestimento (BERG; CHRISTOPHER; SAMTANI, 2009).

#### 2.3.5 Parâmetros de projeto

Segundo Vertematti (2004), a Figura 8 apresenta o arranjo característico das estruturas em solo reforçado, com os parâmetros e características geométricas normalmente consideradas em projeto.

Figura 8 - Geometria típica e parâmetros de projeto



Fonte: Vertematti (2004)

As variáveis aplicadas no dimensionamento são as seguintes:

- Altura do talude reforçado ( $H$ );
- Inclinação da estrutura de arrimo ( $\omega$ );
- Ângulo de inclinação do terreno ( $\alpha$ );
- Propriedades de resistência dos solos de aterro e de fundação;
- Resistência da interface do solo-geossintético;

- f) Resistência, comprimento ( $L$ ) e espaçamento  $S_v$  do geossintético;
- g) Condições de compactação do aterro;
- h) Carregamentos externos ( $q$ );
- i) Fatores de segurança de estabilidade.

### 2.3.6 Terra Armada

Terra armada é um método construtivo com intuito de melhorar a capacidade de suporte do solo. O principal objetivo do reforço de um solo é a compensação da ausência de resistência do solo à tração, resultando no desenvolvimento das propriedades mecânicas devido a interação entre o reforço e o solo. Ao ser colocado elementos de reforço de tração no solo, a força do solo pode ser melhorada significativamente. A construção de encostas muito íngremes com segurança é permitida com o uso de um paramento externo que evita a desagregação do solo entre os elementos de reforço (BERG; CHRISTOPHER; SAMTANI, 2009).

O sistema é formado por três elementos: o solo do aterro, os elementos de reforço e os elementos de pele, que são geralmente pré-moldados e podem ser denominados também de paramento exterior. A Figura 9 apresenta o sistema de terra armada.

Figura 9 - Esquema de Terra Armada



Fonte: ENGENHARIA (2018)

As armaduras são tiras metálicas alongadas, geralmente de aço galvanizado e seus elementos de face são placas de concreto armado, também conhecidas como escamas. Este tipo de estrutura pode atingir alturas de até 20m. Por ser um método patenteado na França a execução deve ser supervisionada por uma empresa que detenha a patente (PLÁCIDO; KAMIJI; BUENO, 2010).

As estruturas em terra armada são alternativas econômicas para grande parte das aplicações em que os muros em concreto armado ou muros de gravidade foram utilizados. São estruturas aplicáveis na solução de diversos problemas. Estes compreendem áreas onde o acesso é restrito e aterros ou escavações em encostas laterais não podem ser executadas. São estruturas adequadas para terrenos inclinados, terrenos sujeitos à instabilidade da inclinação ou em áreas onde o solo da fundação é fraco (ELIAS; CHRISTOPHER; BERG, 2001).

No processo construtivo de muros de terra armada podem ser utilizados equipamentos e ferramentas corriqueiros e acessíveis. Não é necessário o uso de fôrmas e escoramentos. Tempo de espera para a cura do concreto é evitado. O aterro do volume métodos caros e lentos das suas alternativas (SANTOS, 2004).

Os maciços “Terra Armada” ou Solo Armado para contenção diferem dos muros de arrimo visto que o solo do conjunto oferece também resistência aos empuxos. Isto se consegue através das tensões tangenciais que são geradas na área de interação entre o solo e o reforço, sendo transferidas para os reforços como força de tração que o solo não foi capaz de resistir (SANTOS, 2004).

Para que o Material de aterro consiga a interação esperada, o sistema solicita material de aterro de qualidade. Por isso é necessário ter atenção ao que será utilizado, pois se deve ter boa resistência à tração, bom coeficiente de atrito ao solo, ductibilidade e boa interação de reforço de solo. Alguns casos dependem da pressão passiva sobre os elementos de reforços e, nesses casos, a qualidade material de aterro a ser utilizado é crítica. Geralmente os solos argilosos são eliminados pelos requisitos de desempenho (ELIAS; CHRISTOPHER; BERG, 2001).

Nesse véis a seleção do material de aterro é, de fato, o fator mais crítico para o desempenho de estruturas de solo reforçado, pois a interação eficiente entre o solo e o elemento de reforço geogrelha, geotêxtil ou fita metálica depende diretamente de características geotécnicas específicas.

.O uso de um material de enchimento de qualidade oferece ao sistema uma boa drenagem, maior durabilidade para o reforço metálico, além da facilidade de

manipulação de compactação. Não que os aterros de menor qualidade não sejam devidos, pois pela perspectiva da capacidade de reforço eles poderiam ser utilizados (SANTOS, 2019).

Portando se destaca os pilares da boa engenharia geotécnica em estruturas de solo reforçado, como a terra armada. A qualidade do material de enchimento geralmente solos granulares, como areias ou britas não influencia apenas a capacidade de carga reforço imediata, mas é crucial para a longevidade da estrutura.

Como dito anteriormente, o material de aterro designado não deve ser exageradamente argiloso. As especificações iniciais elaboradas por Henri Vidal (VIDAL, 2016) consentiam apenas solos granulares sem a presença de matéria orgânica para os reforços metálicos. Com o surgimento dos reforços poliméricos de alta aderência, foi possível a utilização de solos com uma baixa percentagem de finos. As características do solo podem ser verificadas através de ensaios simples de caracterização (SILVA, 2012).

O elemento de pele deve ser previsto para impedir a erosão periférica e também para conferir ao conjunto um acabamento de bom aspecto. São compostos por painéis pré-fabricados em concreto armado e possuem função estética, além de oferecer proteção contra desprendimento e erosão (Figura 10).

Figura 10 - Terra Armada ou solo armado



Fonte: Tancredo (2015)

Em alguns casos, pode suportar as tensões de cisalhamento, proporcionando estabilidade adicional ao sistema. Além disso, pode proporcionar caminhos de drenagem. Os elementos pré-moldados de concreto podem ser feitos com várias formas e texturas para considerações estéticas como apresentado na Figura 11. A geometria das placas pode ser retangular, quadrada, cruciforme, diamante ou hexagonal e estas possuem uma espessura mínima de 140mm (TANCREDO, 2015).

Segundo Silva (2012), deve-se ainda respeitar certos critérios, como o seu peso volumétrico e o teor de água. O solo deve ser granular compactado para um bom funcionamento do sistema, pois estes possuem boas características de drenagem e a transferência de tensão entre reforços e aterro é instantânea conforme as camadas de aterro são aplicadas.

Figura 11 - Formatos dos painéis pré-moldados



Fonte: BS EM 14475 (2016)

Nos casos em que o solo tem a granulometria indicada, porém é pouco drenante, verifica-se a necessidade de avaliar um sistema de drenagem por trás e possivelmente abaixo do maciço. Se o solo de fundação for muito permeável, a camada de drenagem abaixo do maciço não é aconselhada, a fim de evitar infiltrações.

Os painéis de concreto pré-moldado devem ter uma espessura mínima de 140 mm. As dimensões típicas são de 1,5 m de altura e 1,5 ou 3 m de largura. Devem ainda ter resistência à temperatura e à tração (BERG; CHRISTOPHER; SAMTANI, 2009).

Estes devem ser instalados com uma inclinação de 15 mm e devem ser encravados numa profundidade que varia entre  $H/20$  e  $H/5$ , sendo  $H$  a altura do muro. Para o caso de terrenos de fundação rochosos, não é necessário o encastramento. Os painéis possuem espaçamentos que conferem drenagem e impedem a passagem de finos. Tais espaçamentos oferecem ao paramento certa deformabilidade vertical, possibilitando assentamentos diferenciais limitados (SILVA, 2012).

De acordo com Silva (2012), as funções principais dos reforços são a resistência aos esforços de tração e a mobilização por atrito de tensões tangenciais por toda sua extensão. As estruturas de terra armada exigem um bom atrito entre os elementos de reforço e o solo e, devido a isto, o material de reforço deve ter características de atrito elevada. Deve também ter grande ductibilidade e durabilidade.

Podem ser classificados, no que se refere à deformabilidade, como extensíveis ou inextensíveis. Estes são as tiras metálicas pouco deformáveis. Aqueles são os reforços poliméricos, que são deformáveis. Os mais utilizados na atualidade são os formados por malhas de tiras de aço galvanizado soldados. A durabilidade destas armaduras é conferida devido à galvanização, que evita a ocorrência da corrosão (SILVA, 2012).

A corrosão é evitada devido à camada de zinco que confere uma proteção catódica do aço. Os reforços poliméricos, no que lhe concerne, são constituídos por fios de poliéster de alta aderência. A superfície possui um acabamento serrilhado para garantir a interação entre o reforço e as partículas do solo (SILVA, 2012).

Vidal (2015) relata que a terra armada é uma técnica de contenção de solos capaz de vencer grandes alturas e resistir cargas elevadas, como as cargas de veículos, seu próprio peso e de maquinários. O solo granular sozinho é considerado não coesivo. Quando algum reforço é adicionado ao solo, toda a massa exibe alguma coesão. Transforma-se num corpo de terra reforçada.

Essa coesão surge do atrito entre os grãos do solo e o reforço. Como o reforço pode ser colocado ao longo das direções dos três eixos, presume-se que um sistema de terra reforçada pode representar a coesão em todas as direções, com isso, pode-se construir estruturas em qualquer forma desejada. Resumindo, o atrito é a base da teoria de terra armada.

Vidal (2015) explica este princípio, considerando dois grãos de terra em contato com o reforço como mostrado na Figura 18. Se a força de contato faz um ângulo  $\alpha$  como plano perpendicular ao reforço ( $f$  sendo o coeficiente de atrito entre grãos e reforço), deve haver a relação  $\tan \alpha < f$ . No entanto, caso a tensão permaneça constante, não ocorrerá transmissão de atrito a terra ou ao segundo grão, não estabelecendo conexão entre os grãos vizinhos.

Esta etapa é constituída por um volume de aterro, armaduras e um revestimento externo. A instalação é, sobretudo, uma execução de terraplenagem onde a agilidade do processo construtivo se sujeita à velocidade na qual o solo possa ser espalhado e compactado. As estruturas de terra armada podem ser executadas em locais de difícil acesso e com pouco espaço físico. Berg, Christopher e Samtani (2009), explicam que a técnica construtiva para a concepção do muro de terra armada passa por cinco etapas, que serão descritas a seguir.

## **I. Preparação do solo**

Consiste na retirada dos materiais inadequados da área a ser ocupada pela estrutura de contenção. Vegetação, materiais instáveis e detritos devem ser removidos e o solo compactado. Caso a fundação seja instável, pode ser necessário realização da melhoria do solo ou compactação do mesmo.

## **II. Soleira de nivelamento (soleira):**

Base de concreto, servindo de fundação. Tem a finalidade de guiar a montagem do paramento externo, porém não possui função estrutural.

## **III. Colocação dos painéis pré-moldados:**

Apenas a primeira fiada deve estar apoiada em solo resistente, como solo compactado, com intuito de manter a estabilidade e o alinhamento. A colocação das escamas deve ser desenvolvida em linhas horizontais sucessivas. O aterro deve ser executado simultaneamente com a elevação dos painéis.

## **IV. Fixação de uma camada de armadura**

São fixadas perpendicularmente às escamas. São conectadas aos painéis, à medida que o aterro compactado for elevado ao nível da conexão.

## **V. Compactação e espalhamento das camadas de aterro sobre as armaduras**

Deve seguir a NBR 7182 - "Solo - Ensaio e compactação" e as especificações contidas em projeto. A execução deve ser cuidadosa, nas proximidades dos painéis deve-se evitar a vibração excessiva e as armaduras não devem ser deslocadas.

## **2.4 DRENAGEM**

Diversos acidentes são causados devido à carência de drenagem, que ocasiona o acúmulo de água no maciço. O empuxo atuante pode ser elevado pelo acúmulo de água e o impacto da água pode ser direto ou indireto. É direto quando ocorre a concentração de água próximo à face interna do muro e indireto quando a resistência ao cisalhamento do bloco é reduzida em virtude do aumento das pressões intersticiais (GERSCOVICH, 2008).

Para um adequado desempenho de uma estrutura de contenção, é indispensável o emprego de eficientes sistemas de drenagem. Pode-se reduzir ou até eliminar o impacto direto da água através de um sistema de drenagem eficaz. Para que essa eficácia seja alcançada, o sistema deve ser projetado cuidadosamente a fim de conferir vazão a precipitações atípicas e o material drenante deve ser pensado, para evitar qualquer entupimento e problemas futuros.

Segundo Barros (2011), a execução de obras de drenagem representa um dos processos mais eficazes e mais utilizados na estabilização de taludes de diversos tipos, nos casos onde a drenagem é adotada como solução e quando ela é um mecanismo adicional utilizado concomitantemente com obras de contenção. Mesmo neste último caso, ainda que sejam denominadas comumente como “obras auxiliares”, elas são indispensáveis. As obras de drenagem são divididas em dois tipos: drenagem superficial e drenagem profunda.

#### **2.4.1 Drenagem superficial**

O principal objetivo da drenagem superficial é a captação do escoamento das águas superficiais por meio de canaletas, sarjetas ou caixas de captação e, posteriormente, encaminhá-las para local adequado. A captação destas águas deve ser realizada considerando-se toda a bacia de captação, e não apenas a área estudada. Sistemas de drenagem superficial devem captar e conduzir as águas que incidem na superfície do talude, considerando-se não só a área da região estudada como toda a bacia de captação. Os dispositivos utilizados no sistema são selecionados a depender da natureza da região, das condições geométricas do talude e também do tipo de material do maciço (BARROS, 2011).

Barros (2011) explica que em locais de mudança de direção do escoamento, elementos dissipadores de energia ou de proteção são instalados com a finalidade de atenuar a força de erosão das águas, evitar obstruções e o transbordamento de condutos. Os dispositivos de drenagem apresentam grande suscetibilidade a entupimentos e a danos em sua estrutura, tornando-se inoperantes ou com limitações. Dessa forma, é importante mencionar que os sistemas de drenagem devem ter um planejamento de manutenção e de vistorias.

Aliados aos dispositivos de drenagem existem os sistemas de proteção dos taludes. Eles têm como função principal reduzir a infiltração da água e a erosão, resultantes das chuvas sobre o talude. Dividem-se em proteção com vegetação, indicada para taludes não naturais e proteção com impermeabilização (GERSCOVICH, 2016).

### 2.4.2 Drenagem profunda

Segundo Barros (2011) o objetivo da drenagem profunda é, sobretudo, possibilitar a retirada de água de percolação do solo, diminuindo as pressões internas e a vazão de percolação. Evidentemente, obras de drenagem superficial estarão associadas à retirada de água do maciço, objetivando conduzir o fluxo de água escoado do interior do solo. São utilizados drenos horizontais, drenos internos, filtros, geodrenos e trincheiras drenantes para este fim.

Estes sistemas causam rebaixamento do nível piezométrico, sendo o volume de água escoado através dos drenos diretamente proporcional à permeabilidade do solo e ao gradiente hidráulica. Juntamente com o rebaixamento do nível piezométrico, o fluxo reduz gradativamente até se restabelecer um regime permanente. Para solos com baixa condutividade hidráulica, este fato pode significar a inexistência de um volume de água visível a olho nu, contudo, não deve ser associado à danificação do dreno (GERSCOVICH, 2016).

Os materiais filtrantes, além de drenarem o solo, preservam as características estruturais do solo, impedindo a erosão regressiva do solo e prevenindo a colmatção do mesmo. Os filtros devem ser projetados com a finalidade de permitir a retenção das partículas finas do solo e, simultaneamente o livre fluxo do fluido a ser drenado.

Barros (2011) afirma que, muros com propriedades drenantes também necessitam da instalação de filtro na face interna do muro, exceto quando o material de preenchimento funcione como filtro, impossibilitando o carreamento da parte fina do aterro.

## 2.5 ÍNDICE SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, denominado SINAPI, é definido por Mattos (2019) como um sistema de levantamento de custos de insumos da construção civil que, expostos nas composições de custos, determina a produção de relatórios tanto de estimativa de custos para projetos padrões de diversos tipos de obras (edificações e

infraestrutura), quanto de composições de custos unitários para serem usados na montagem de orçamentos detalhados de obras não padronizadas.

A CAIXA é responsável pela gestão do sistema, criação, especificação, manutenção e publicação das composições unitárias de serviços e projetos referenciais, ou seja, pela base técnica de engenharia do SINAPI, ficando o IBGE com a responsabilidade pela obtenção mensal de preços dos insumos (materiais, mão de obra, equipamentos) nas 27 capitais brasileiras e formação de índices (OLIVEIRA, 2014).

A implementação do SINAPI teve início em meados de 1969 pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Inicialmente ele foi criado com o objetivo de fornecer informações sobre custos e índices da construção civil habitacional, sendo adotado pela Caixa Econômica Federal somente em 1986 (CAIXA, 2020).

Em 2003, a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) definiu o SINAPI como balizador de custos para serviços contratados com recursos do Orçamento Geral da União (OGU). No ano de 2013 o tema foi suprimido da LDO e passou a ser tratado pelo Decreto 7.983, que estabelece regras e critérios para a elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia contratados e executados com recursos da União. Indicando, assim, o SINAPI como a principal referência de custos para obras urbanas (CAIXA, 2020).

Em 2016, foi publicada a Lei nº 13.303 que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. No seu Art. 31, sobre licitações e contratos, da mesma forma que o Decreto 7.983/2013, o SINAPI é indicado como a referência de custo para orçamentos de obras da construção civil. Esta determinação ampliou ainda mais o escopo e a importância do SINAPI (CAIXA, 2020).

Um fato que vale salientar é que o SINAPI só leva em conta gastos com mão de obra e material, desconsiderando gastos com outros itens, como por exemplo ligações domiciliares de água, energia elétrica e esgoto, que tem impacto significativo sobre pequenos construtores, assim também como não considera o valor do terreno (MENDONÇA, 2012).

Outro fato relevante são as várias estratégias utilizadas para solucionar adversidades que surgem, como a imputação do preço de um insumo em

determinado local, que significa atribuir um preço na ausência do dado de campo, através de metodologias de cálculo adotadas (IBGE, 2017).

A metodologia de coleta de preços adotada pelo IBGE faz uso da Pesquisa de Locais de Compras (PLC) e da Pesquisa de Especificação de Insumos (PEI), que são cadastros para pesquisa de informações realizadas periodicamente nas 27 capitais das Unidades da Federação (IBGE, 2017).

A PLC define o cadastro-base para a seleção da amostra de informantes, ou seja, a relação de estabelecimentos comerciais e industriais, fornecedores, representantes e prestadores de serviços onde as empresas construtoras habitualmente compram materiais, adquirem e alugam equipamentos e contratam serviços. Uma estratégia adotada na pesquisa é a realização por segmentos de produtos, entendidos como um conjunto de insumos afins. Tal pesquisa é realizada junto a uma amostra de construtoras e tem por objetivo identificar os principais fornecedores dos segmentos de produtos (IBGE, 2017).

A PEI diz respeito à especificação detalhada de cada produto ou serviço, descrevendo de forma completa suas características. E também à vida útil da especificação, isto é, em relação ao tempo médio durante o qual o produto é encontrado à venda (IBGE, 2017).

O SINAPI considera 820 famílias, incluindo materiais e mão de obra, porém apenas 80 deles, 70 materiais e 10 categorias profissionais, são pesquisados mensalmente para os cálculos realizados no módulo de custos e índices. Os demais itens não pesquisados continuam sendo levados em conta para o cálculo dos custos e índices, porém, para estes, utiliza-se a chamada Metodologia das Famílias Homogêneas, que resulta na estimativa mensal dos seus preços (IBGE, 2017).

As famílias homogêneas são grupamentos de insumos para os quais se assume similaridade no processo de produção, na composição da matéria prima, nos locais de comercialização e na evolução temporal de preços. Cada família é composta por um grupo de insumos, dos quais um deles é denominado representante. Os demais elementos da família são chamados de representados. Para o módulo de custos e índices, o SINAPI conta, atualmente, com 80 representantes famílias e 820 insumos representados (IBGE, 2017).

A Metodologia das Famílias Homogêneas propõe um modelo que busca, a partir do conhecimento dos preços dos representantes, estimar o preço dos insumos representados associados a cada representante. O modelo adotado assume que o

preço dos representantes e representados segue uma relação linear. Na coleta extensiva, são pesquisados preços para blocos de famílias em um semestre. A cada semestre, blocos distintos são pesquisados de tal maneira que, ao fim de três anos, todas as famílias tenham sido pesquisadas (IBGE, 2017).

## 2.6 ORÇAMENTO

Uma das fases mais importantes do planejamento e da gestão de obras da construção civil é o orçamento, que é essencial para garantir a viabilidade técnica e financeira do projeto. Em uma edificação residencial particular, o orçamento desempenha um papel crucial, pois direciona a tomada de decisões, o gerenciamento financeiro e a adequada distribuição de recursos durante a execução. Neste estudo de caso, o orçamento diz respeito à construção de um muro de contenção na cidade de Itaituba - PA, uma estrutura essencial para a estabilidade do terreno e segurança da edificação.

O muro de contenção é uma construção de natureza estrutural, concebida para suportar os empuxos do solo e assegurar a estabilidade de taludes ou desníveis presentes no terreno. Em áreas como Itaituba, onde solos argilosos e variações significativas de umidade são frequentes, a implementação adequada dessa estrutura se torna ainda mais essencial, demandando precisão técnica tanto no dimensionamento quanto na estimativa de custos. Assim, o orçamento deve incluir todos os materiais, serviços e mão de obra necessários de forma detalhada, a fim de evitar subestimações que possam comprometer a execução.

O processo orçamentário começa com o levantamento quantitativo, etapa em que todos os insumos necessários para a obra são identificados e quantificados. Isso inclui madeira para fôrmas, aço para armaduras, concreto usinado, serviços de escavação mecanizada e equipe de execução. Esse levantamento está diretamente relacionado aos projetos estruturais e arquitetônicos, sendo essencial para a criação de um orçamento preciso. A precisão do orçamento está diretamente ligada à qualidade das informações técnicas disponíveis e ao nível de detalhamento dos serviços planejados, conforme enfatiza Mattos (2019).

Ao elaborar o orçamento para o muro de contenção, é essencial levar em conta não só os custos diretos, mas também a adequada categorização dos itens em materiais, serviços e mão de obra. Os materiais incluem os insumos físicos

utilizados na construção, como aço, concreto e madeira. As atividades englobadas nos serviços incluem escavação mecanizada, concretagem e montagem de fôrmas, ao passo que a mão de obra diz respeito aos profissionais que executam essas tarefas, como pedreiros, ferreiros armadores, ajudantes e supervisão técnica. Essa divisão simplifica a avaliação dos custos e a gestão financeira ao longo da execução.

Este estudo utiliza o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) como referência para aumentar a confiabilidade do orçamento. O SINAPI é amplamente empregado em obras públicas e privadas no Brasil. O SINAPI disponibiliza composições de custos e valores unitários atualizados, funcionando como um parâmetro técnico para a comparação e validação dos preços em vigor no mercado. De acordo com a Caixa Econômica Federal (2023), a utilização do SINAPI ajuda a aumentar a transparência e a padronização dos orçamentos, diminuindo as distorções e inconsistências nos custos estimados.

No estudo de caso examinado, a comparação entre o orçamento baseado nos valores reais da empresa executora e o elaborado de acordo com o SINAPI possibilita a avaliação de possíveis variações de custo e a identificação de oportunidades de otimização. Nota-se que, apesar de os métodos construtivos se manterem os mesmos, os valores podem variar devido a fatores como a produtividade da mão de obra, logística de materiais, particularidades regionais e condições específicas do canteiro de obras em Itaituba - PA.

O orçamento desempenha um papel crucial no planejamento físico-financeiro do projeto, possibilitando a antecipação de gastos ao longo do período e contribuindo para o gerenciamento de despesas durante a execução. Um orçamento bem elaborado diminui as chances de interrupções, retrabalhos e excedentes financeiros, fatores particularmente importantes em construções residenciais particulares, onde o orçamento disponível tende a ser restrito.

O orçamento para a construção do muro de contenção vai além de uma simples estimativa de custos; ele é um instrumento técnico fundamental para o sucesso do projeto. Ao mesmo tempo em que mantém o controle financeiro do projeto, ele garante que a estrutura seja realizada de acordo com os padrões de segurança e desempenho. Dessa forma, a elaboração e análise adequadas do

orçamento têm um impacto direto na qualidade, durabilidade e viabilidade da edificação residencial em questão.

Em resumo, a análise do orçamento para a execução do muro de contenção destaca a relevância do planejamento financeiro combinado com a precisão técnica na construção civil, particularmente em obras estruturais de edifícios residenciais. A correta identificação, quantificação e valoração dos materiais, serviços e da mão de obra possibilitam tanto uma estimativa precisa dos custos quanto um gerenciamento eficaz dos recursos durante a execução.

O uso de referenciais consolidados, como o SINAPI, foi essencial para aumentar a confiabilidade e a transparência do orçamento, permitindo a comparação com os valores aplicados no mercado local e diminuindo as incertezas financeiras. Em Itaituba - PA, fatores como as características do solo, logística de fornecimento e condições do canteiro destacam a importância de um orçamento sólido e ajustado à realidade local.

Assim, chega-se à conclusão de que o orçamento não deve ser visto apenas como uma fase inicial da obra, mas como uma ferramenta fundamental de gestão, que pode contribuir diretamente para a viabilidade econômica, segurança estrutural e qualidade final do muro de contenção. O sucesso da execução e a durabilidade da edificação residencial em questão dependem do adequado planejamento orçamentário, combinado com boas práticas construtivas.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MATERIAIS E INSTRUMENTOS

A metodologia é o que direciona o trabalho científico, a fim de alcançar os objetivos desejados na pesquisa. Assim é necessário explicar os procedimentos metodológicos que foram usados durante a realização da mesma, trazendo informações que aprofundaram no assunto pesquisado. Segundo Marconi (2017, p. 44) “todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos; em contrapartida, nem todos os ramos de estudo que empregam métodos são ciências”.

Neste sentido, o tipo de pesquisa utilizado foi estudo de caso que de acordo com Yin (2001, p.32) “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. O autor ainda destaca que essa estratégia é a mais utilizada ao responder perguntas do tipo “como” e “por quê”, especialmente quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos estudados.

Deste modo, a pesquisa teve uma abordagem qualitativa é traduzida por aquilo que não pode ser mensurável, ou seja, algo que pode medir qualquer grandeza que pode passar por uma contagem, pois a realidade e o sujeito são elementos indissociáveis, ou seja, que não se pode dividir em partes. Tratando os dados de forma qualitativa, estes foram codificados e apresentados de forma mais estruturada e analisada (VERGARA, 2016, p. 287).

Para coleta das informações necessárias para o desfecho do trabalho foi feita uma visita técnica na construção de um muro em uma casa particular com o intuito de colher informações e assim finalizar o trabalho alcançando os objetivos. Em uma edificação residencial de caráter privado, localizada no município de Itaituba, estado do Pará, região Norte do Brasil. A edificação encontra-se situada na Rua Dr. Hugo de Mendonça, nº 363, bairro Aeroporto Velho, área central do município, CEP 68181-040.

As visitas foram realizadas inicialmente entre os dias 12 a 15 de Agosto de 2025 para acompanhar o processo de coleta de dados do orçamento utilizado; observação e registros fotográficos de materiais, e execução de etapas construtivas;

análise da qualidade dos materiais utilizados e levantamento de estimativa de custos do orçamento empregado.

A pesquisa de campo é uma fase que é realizada após o estudo bibliográfico, para que o pesquisador tenha um bom conhecimento sobre o assunto, pois é nesta etapa que ele vai definir os objetivos da pesquisa, as hipóteses, definir qual é o meio de coleta de dados, tamanho da amostra e como os dados serão tabulados e analisados (MARCONE; LAKATOS, 2016).

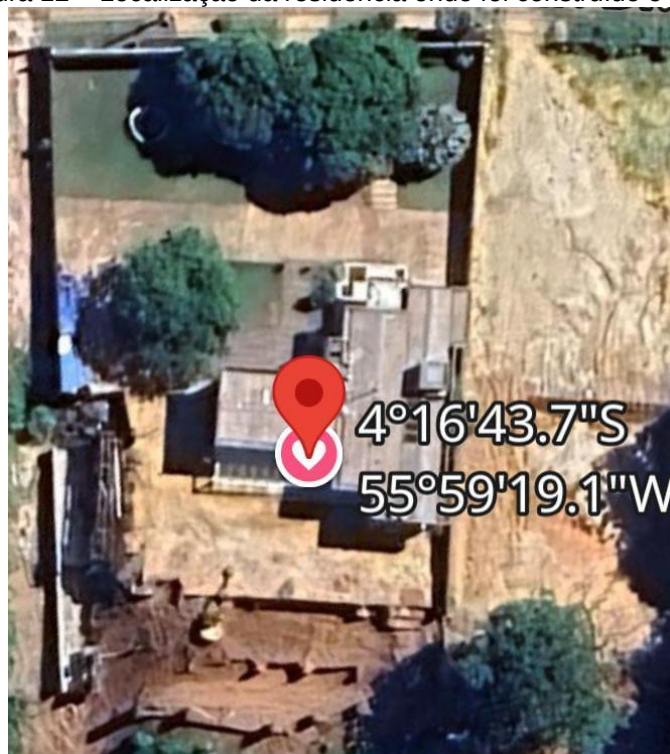
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 MURO DE CONTENÇÃO ANALISADO

O presente estudo de caso foi desenvolvido em uma edificação residencial de caráter privado, localizada no município de Itaituba, estado do Pará, região Norte do Brasil. A edificação encontra-se situada na Rua Dr. Hugo de Mendonça, nº 363, bairro Aeroporto Velho, área central do município, CEP 68181-040.

A área de estudo está geograficamente posicionada nas coordenadas latitude, 4°16'43.7" Sul (S) e longitude 55°59'19.1" Oeste (W), o que possibilita a identificação precisa da localização do empreendimento e a adequada contextualização espacial da área analisada.

Figura 12 – Localização da residência onde foi construído o muro



Fonte: Autores, 2026.

O muro foi construído em uma área residencial particular (Figura 12), com frente para o Rio Tapajós. As medidas nessa construção são de 24m de comprimento por 2,8m de altura; aba do muro 24m de comprimento, 4m de largura e crista de 0,20m, perfazendo uma área total de 168m<sup>2</sup>.

Figura 13 – Demarcação para levantamento do Muro



Fonte: Autores, 2026.

A Figura 13 demonstra o processo de demarcação e escavação inicial para a construção do muro, pois é necessário que se realize esse método para que assim tenha precisão da área que será construída.

Figura 14 – Escavação para o início da obra



Fonte: Autores, 2026.

A Figura 14 retrata a execução de uma viga baldrame em um projeto de construção civil. Esse é um componente essencial da fundação, localizado imediatamente abaixo do nível do solo, que atua como suporte para a estrutura do prédio, distribuindo de maneira equilibrada o peso das colunas e paredes para prevenir afundamentos.

A armadura da viga baldrame (exposta na Figura 15) varia entre 8 mm, 10 mm e 12,5 mm de diâmetro. Essas barras são fundamentais para melhorar a resistência à tração e a durabilidade do concreto, evitando rachaduras e deformações.

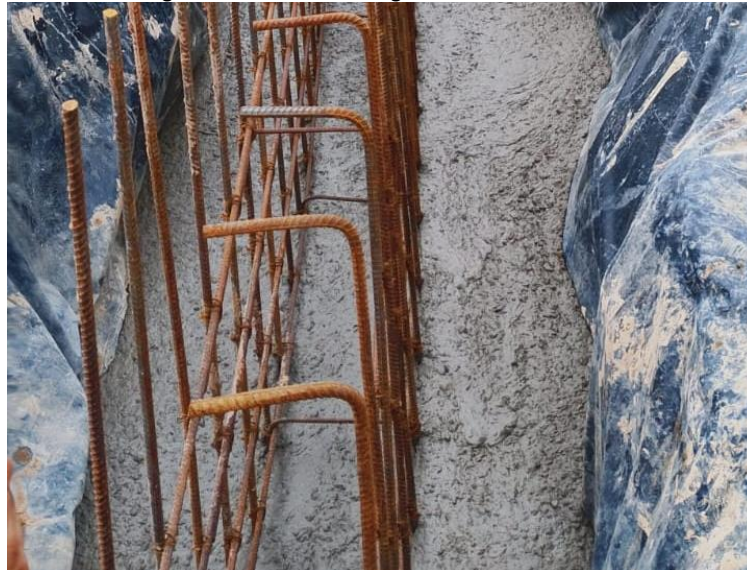
Figura 15 – Ferragem e Revestimento com lona



Fonte: Autores, 2026.

O material plástico preto que reveste a vala (Figura 15) é denominado geomembrana. Sua principal função é a impermeabilização, evitando que a umidade do solo suba para as paredes (capilaridade) e assegurando a cura adequada do concreto ao reter sua água de amassamento, impedindo que essa água seja absorvida pela terra permeável.

Figura 16 – Concretagem das armaduras



Fonte: Autores, 2026.

A Figura 16 apresenta a fase de concretagem da viga balame, em que as lonas tinham a função de impedir a troca de umidade diretamente com o solo que, por sua vez, exerceu papel de fôrma. E assim evitando que esse concreto viesse a se espalhar para o solo, uma vez que essa área demonstra uma umidade por se localizar a beira do rio Tapajós.

## 4.2 LEVANTAMENTO DE CUSTOS - CONSTRUÇÃO DE MURO DE CONTENÇÃO

O presente estudo realizou o levantamento de materiais, serviços e mão de obra utilizada e que se referem à execução do muro de contenção da edificação residencial analisada, que são itens necessários para sua execução conforme as especificações técnicas e de projeto.

Tabela 1 - Relação de materiais utilizados na obra para levantamento

| <b>MATERIAIS UTILIZADOS NA OBRA</b> |              |                                                                                                                          |                       |                    |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>ITEM</b>                         | <b>QUANT</b> | <b>DISCRIMINAÇÃO</b>                                                                                                     | <b>VALOR UNITÁRIO</b> | <b>VALOR TOTAL</b> |
| 01                                  | 24 UND       | Tábuas de Caixaria (Utilizadas para confecção das fôrmas do muro de contenção). Dimensão: 2,5 cm x 30 cm x 5,00 m        | R\$ 48,41             | R\$ 1.162,00       |
| 02                                  | 30 UND       | Peças de Escoramento (Empregadas no travamento e sustentação das fôrmas de madeira). Dimensão: 5 cm x 10 cm x 5,00 m     | R\$ 72,50             | R\$ 2.175,00       |
| 03                                  | 80 UND       | Ripões (Usados para fixação e reforço das fôrmas de concreto). Dimensão: 2,5 cm x 0,7 cm x 5,00 m                        | R\$ 18,67             | R\$ 1.494,00       |
| 04                                  | 15 UND       | Painéis de Madeirite Plastificado (Aplicados na montagem das fôrmas, conferindo acabamento liso ao concreto).            | R\$ 140,00            | R\$ 2.100,00       |
| 05                                  | 7 KG         | Pregos 15 x 18 (Utilizados na fixação das tábuas e ripões).                                                              | R\$ 18,02             | R\$ 270,27         |
| 06                                  | 5KG          | Pregos 19 x 36 (Empregados em pontos de maior resistência estrutural na montagem).                                       | R\$ 17,02             | R\$ 85,08          |
| 07                                  | 7 KG         | Pregos 17 x 21 (Fixação complementar das fôrmas e ripas auxiliares).                                                     | R\$ 18,02             | R\$ 126,13         |
| 08                                  | 1 Galão      | Desmoldante Vedacit (galão 18 L) (Produto químico utilizado para facilitar a desforma do concreto e proteger as fôrmas). | R\$ 437,90            | R\$ 437,90         |
| 09                                  | 40 KG        | Arame Recozido Tipo 18 mm (Utilizado na amarração das armaduras de aço).                                                 | R\$ 24,94             | R\$ 997,51         |
| 10                                  | 100 m²       | Lona Dupla Face (preta e branca) Empregada na proteção do canteiro e revestimento do solo durante a concretagem.         | R\$ 22,18             | R\$ 2.217,76       |
| 11                                  | 50           | Aço CA-50 Ø 12,5 mm (Aço para                                                                                            | R\$ 147,54            | R\$ 7.376,83       |

|               |                                 |                                                                                            |           |                  |
|---------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|
|               | Barras<br>(578 KG)              | armação principal do muro,<br>atendendo às especificações<br>estruturais).                 |           |                  |
| 12            | 68<br>Barras<br>(503 KG)        | 13 – Aço CA-50 Ø 8 mm (Utilizado<br>em estribos e armações<br>secundárias).                | R\$ 39,06 | R\$ 2,655,94     |
| 13            | 103<br>Barras<br>(511,92<br>Kg) | Aço CA-50 Ø 10 mm (Aplicado na<br>montagem das ferragens<br>horizontais e complementares). | R\$ 54,08 | R\$ 5.570,48     |
| <b>TOTAL:</b> |                                 |                                                                                            |           | <b>26.668,90</b> |

Fonte: Autores, 2026.

A Tabela 1 apresenta a relação de materiais utilizados na obra para fins de levantamento, contemplando os principais insumos necessários à execução do muro de contenção. Os itens listados abrangem materiais para confecção e escoramento das fôrmas, fixação, proteção do canteiro, bem como aços estruturais empregados na montagem das armaduras. Esse levantamento tem como objetivo quantificar e caracterizar os materiais que subsidiam o planejamento, o orçamento e a execução adequada da obra.

O acompanhamento dessa relação de material serve como apoio tanto para o engenheiro responsável, como para o proprietário uma vez que é necessário todo um cronograma de financeiro e entrega de material para que não venha faltar e assim possa atrasar o serviço construtivo.

Isso representa o levantamento quantitativo e qualitativo dos insumos da obra, ou seja, a base técnica do planejamento e do orçamento. Na prática, a Tabela 1 demonstra quais materiais serão necessários, a quantidades e as finalidades, permitindo estimar custos com precisão, planejar a compra e o controle de materiais, garantir a conformidade técnica da execução, e evitar desperdícios ou falta de insumos durante a obra. Portanto, esse levantamento é o fundamento para a viabilidade técnica e econômica da execução do muro de contenção.

Segundo Teixeira (2022), em 1963, o engenheiro francês Henry Vidal conduziu os primeiros estudos sobre o comportamento dos sistemas de contenção em solos reforçados. Ao associar o solo a um material resistente à tração, observou-se uma melhoria considerável em sua propriedade estrutural original. A escolha dos materiais a serem utilizados na análise do comportamento interno dos muros foi o principal desafio da época.

De acordo com Teixeira (2022) inicialmente, foram empregados polímeros reforçados com fibras de vidro, porém não se obteve resultado satisfatório, uma vez

que a estrutura colapsou após 10 meses. A segunda tentativa consistiu no uso de aço maciço e alumínio em tiras. No entanto, após 10 a 15 anos de observação, constatou-se que os reforços apresentavam um alto grau de corrosão devido à baixa durabilidade dos materiais, tornando esse método ineficaz.

Ainda segundo Teixeira (2022), a solução proposta pelo francês foi o uso de tiras de aço galvanizado, o que aumentou a durabilidade dos materiais e caracterizou o sistema "Terra Armada". De acordo com Félix (2019), os muros que incorporam malhas de aço são formados pela combinação do solo de aterro com características apropriadas e malhas de aço flexíveis dispostas horizontalmente à medida que o aterro é construído.

Segundo Silva (2018), os elementos de reforços empregados visam principalmente mobilizar o atrito das tensões tangenciais ao longo de sua superfície e resistir aos esforços de tração. Como os reforços estão enterrados, o que dificulta o reparo e a substituição, é preciso ter cuidado ao escolher o material a ser utilizado, pois ele deve garantir funções em longo prazo e ainda apresentar as seguintes propriedades: alta resistência à tração com ruptura não frágil; bom coeficiente de atrito com o solo; flexibilidade para se adaptar às ondulações da superfície dos aterros compactados; baixo índice de deformação sob as cargas de serviço; e facilidade de implantação.

Gomes (2019) aponta que, para determinar o tipo de estrutura de contenção mais apropriada, é necessário considerar inicialmente diversos fatores, como: altura da estrutura, cargas atuantes, natureza e características do solo a ser arrimadas, natureza e características do solo de fundação, espaço disponível para construção, equipamentos e mão de obra disponível, particularizações técnicas especiais e análise de custos.

Já Ribeiro (2000) descreve que, devido à sua complexidade, alguns tipos de estruturas exigem um sólido embasamento teórico e experiências práticas para alcançar resultados satisfatórios. Ou seja, ao definir o tipo de contenção, é necessário considerar outros aspectos, como: a natureza da estrutura tipos distintos para diferentes propósitos, a geometria do terreno e as condições geotécnicas locais, a posição do lençol freático e as condições de drenagem, os empuxos de terra e as cargas atuantes.

Normalmente, as malhas de aço galvanizado são formadas por varões soldados com componentes transversais e longitudinais, cuja seção pode ser

variável ou não. Seções diferentes podem exigir que o diâmetro dos varões longitudinais fosse maior que o dos varões transversais. No entanto, para garantir uma boa ligação, eles não devem ter seções muito diferentes. Essas malhas devem ter um comprimento que seja igual ou superior a 70% da altura do muro, ou um comprimento mínimo de 2,4 m, considerando a necessidade de espaço para acomodar os equipamentos de colocação e compactação do aterro (SILVA, 2022).

Os materiais empregados nas malhas de aço devem cumprir os requisitos do aço CA-50 da NBR 7480 (ABNT, 2024), destinado à construção civil, e da NBR 6892 (ABNT, 2024), que trata da determinação das propriedades mecânicas à tração – método de ensaio. A proteção contra corrosão é garantida pela aplicação de zinco ao redor da armadura, o que ajuda a retardar a corrosão do aço e evita sua deterioração prematura devido à exposição aos raios ultravioletas e à ação da água.

Segundo Felix (2019), o funcionamento dos muros de solos reforçados com malhas de aço se fundamenta na premissa de que há atrito entre o solo e os reforços. Portanto, é desejável que o material de aterro tenha um alto ângulo de atrito interno, o que, inicialmente, exclui a utilização de solos com altas porcentagens de partículas finas.

Além disso, de acordo com Silva (2022), os solos empregados na construção do maciço são tipicamente granulares e compactados, apresentando a característica de material drenante de alta qualidade, livre de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias prejudiciais. Sua escolha deve seguir os critérios estabelecidos pela norma NBR 9286 (ABNT, 1986).

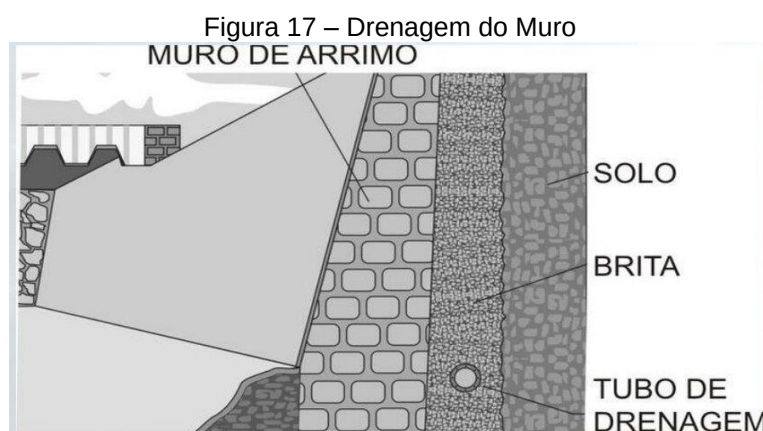
Além disso, o concreto empregado na produção das escamas deve possuir um  $f_{ck}$  mínimo de 25 MPa sem o uso de aditivos como incorporadores de ar, aceleradores de pega ou quaisquer outros que contenham componentes prejudiciais às peças metálicas de ligação. Essas escamas contêm diversos elementos, o que torna a produção e a montagem mais complexas, como os pontos de suspensão, os ilhós, entre outros (DNIT 104, 2009).

No que diz respeito às juntas, Silva (2022) afirma que elas evitam a união rígida dos painéis e o contato direto entre eles, prevenindo assim o desgaste. As juntas são formadas por almofadas de polietileno combinadas com geotêxtil, que possui a propriedade de drenagem sem permitir a passagem de partículas finas. Como resultado, cada painel é independente dos outros, e essa propriedade confere ao paramento a característica de deformabilidade vertical.

É aconselhável que esse tipo de muro não ultrapasse a altura de vinte e quatro metros. No entanto, segundo Maparagem (2021), esse tipo de construção ultrapassa as alturas dos muros convencionais e é tecnicamente viável para alturas superiores a vinte e cinco metros. No que diz respeito à inclinação, suas placas devem ser instaladas com uma inclinação de 1% para o lado interno do muro. Normalmente, após a compactação do solo, essa será anulada.

De acordo com Maparagem (2021) o valor de ficha, isto é, a profundidade que o muro deve ter para ficar enterrado ou embutido, tem como objetivo assegurar que não ocorra a ruptura do solo de fundação junto ao paramento inferior, evitando assim um possível deslocamento, além de proteger contra a fuga de materiais finos. Portanto, é necessário garantir que o muro tenha um valor mínimo de ficha, de acordo com a NBR 9286 (ABNT, 1986), em condições normais, sem evidências de outros riscos à estabilidade do solo de fundação.

Para preservar a estabilidade da estrutura em contato com a água, é imprescindível um projeto de drenagem, especialmente quando o material de aterro é composto por finos, como mostra a figura 17.



Fonte: Maparagem (2021)

De acordo com Maparagem (2021), os dispositivos devem ser projetados para melhorar a eficiência, permitindo que a água escoe sem transportar partículas finas, a fim de não comprometer a estabilidade da obra. Uma possível solução seria a utilização de colchões e valas drenantes, empregando material granular apropriado ou geotêxtil.

#### 4.3 ORÇAMENTO – CONSTRUÇÃO DE MURO DE CONTENÇÃO

Dessa forma, após o levantamento de materiais e suas descrições, foi realizado o levantamento de valores para que o proprietário da obra tenha uma

estimativa dos valores que necessita para execução da estrutura. Ressalta-se aqui a importância de um profissional responsável pela obra, com expertise na área, para o acompanhamento dela, que neste caso por um engenheiro civil.

### I. Composição da empresa

Tabela 2– Relação de valores e serviços na obra

| INDICE             | QUANT   | DESCRIÇÃO                                                                                 | VALOR UNITÁRIO | VALOR TOTAL   |
|--------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|
| COMP DA EMP.(2025) | 83,5 m³ | Concreto Usinado fck = 30 Mpa                                                             | R\$ 780,00     | R\$ 65.130,00 |
| COMP DA EMP.(2025) | 130HS   | Escavação Mecanizada– Serviço de escavação realizado por retroescavadeira de médio porte. | R\$ 130,00     | R\$ 16.900,00 |
| COMP DA EMP.(2025) | 2       | Profissionais Responsáveis pela montagem e desforma das fôrmas de madeira.                | R\$ 2.500,00   | R\$ 5.000,00  |
| COMP DA EMP.(2025) | 1       | Profissional –Supervisiona as atividades e coordena as etapas de execução.                | R\$ 3.500,00   | R\$ 3.500,00  |
| COMP DA EMP.(2025) | 1       | Ferreiro Armador –Executa a montagem das armaduras metálicas de aço.                      | R\$ 2.500,00   | R\$ 2.500,00  |
| COMP DA EMP.(2025) | 2       | Ajudantes –Apoio operacional nas etapas de montagem, concretagem e limpeza.               | R\$ 1.600,00   | R\$ 3.200,00  |

Fonte: Autores, 2026.

A Tabela 2 apresenta a relação entre valores e serviços executados na obra pela empresa que a executou, detalhando os principais insumos, mão de obra e atividades necessárias à execução das etapas estruturais. Os itens contemplam o fornecimento de concreto usinado, escavação mecanizada, além da equipe técnica e operacional, incluindo profissionais responsáveis pela supervisão, armação, montagem e apoio. Os valores unitários e totais indicam a composição dos custos conforme quantitativos executados, evidenciando a participação de cada serviço no custo global da obra.

Não só a parte material é importante como assim também a parte que precisa ser terceirizada que esta relacionada a profissionais para a fase de montagem de ferragem, escavação e concretagem que necessitam de agendamentos com as empresas responsáveis.

A Tabela 3 - fornece um resumo dos custos previstos para a obra, organizados por categoria e incluindo materiais, serviços e mão de obra. Os valores indicam que a maior parte do investimento é direcionada à mão de obra e serviços

de execução, como concretagem e escavação, ao passo que os materiais correspondem a uma fração menor do custo total. O total geral estimado reúne os gastos necessários para a execução completa das atividades planejadas, oferecendo uma visão resumida do orçamento da obra.

Tabela 3 – Resumo Geral de Custos

| <b>Categoria</b>                               | <b>Valor Total (R\$)</b> |
|------------------------------------------------|--------------------------|
| Materiais                                      | 26.668,90                |
| Equipamentos e Serviços (Concreto + Escavação) | 82.030,00                |
| Mão de Obra                                    | 85.200,00                |
| <b>Total Geral Estimado</b>                    | <b>193.898,90</b>        |

Fonte: Autores, 2026.

De acordo com Tancredo (2022) o cálculo dos custos para a implementação das estruturas de contenção dimensionadas foi feito com base nos custos unitários dos materiais e serviços, usando como referência as tabelas SINAP– Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, além de cotações dos materiais e serviços junto aos fornecedores.

## II. Composição pela tabela SINAPI

Para vincular os custos dos insumos aos preços vigentes na cidade, foi feita uma comparação entre a média dos valores recebidos de fornecedores locais e os valores fornecidos pelo SINAPI. Essa análise possibilitou a obtenção de uma visão geral dos preços praticados no mercado local em comparação com os valores do SINAPI. Para calcular a média dos preços cotados no comércio local de Itaituba, empregou-se a técnica da média aritmética. Essa abordagem consiste em somar todos os valores e, em seguida, dividir o total pelo número de elementos.

Tabela 4 – Relação de valores e serviços na obra segundo SINAPI

| <b>QUANT</b> | <b>DISCRIMINAÇÃO</b>                                                                                                 | <b>VALOR UNITÁRIO (R\$)</b> | <b>VALOR TOTAL(R\$)</b> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 220m         | Tábuas de Caixaria (Utilizadas para confecção das fôrmas do muro de contenção). Dimensão: 2,5 cm x 30 cm x 5,00 m    | 25,74                       | 1.888,08                |
| 250m         | Peças de Escoramento (Empregadas no travamento e sustentação das fôrmas de madeira). Dimensão: 5 cm x 10 cm x 5,00 m | 27,04                       | 2.556,00                |
| 400m         | Ripões (Usados para fixação e reforço das fôrmas de concreto). Dimensão: 2,5 cm x 0,7 cm x 5,00 m                    | 5,82                        | 2.328,00                |
| 15 UND       | Painéis de Madeirite Plastificado (Aplicados na montagem das fôrmas, conferindo acabamento liso ao concreto).        | 140,00                      | 2.100,00                |

|                     |                                                                                                                          |          |           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| 7 KG                | Pregos 15 x 18 (Utilizados na fixação das tábuas e ripões).                                                              | 26,20    | 393,00    |
| 5KG                 | Pregos 19 x 36 (Empregados em pontos de maior resistência estrutural na montagem).                                       | 23,26    | 116,88    |
| 7 KG                | Pregos 17 x 21 (Fixação complementar das fôrmas e ripas auxiliares).                                                     | 23,84    | 166,88    |
| 1 Galão             | Desmoldante Vedacit (galão 18 L) (Produto químico utilizado para facilitar a desforma do concreto e proteger as fôrmas). | 437,90   | 437,90    |
| 40 KG               | Arame Recozido Tipo 18 mm (Utilizado na amarração das armaduras de aço).                                                 | 33,30    | 1.332,00  |
| 600 m <sup>2</sup>  | Lona Dupla Face (preta e branca) Empregada na proteção do canteiro e revestimento do solo durante a concretagem.         | 2,84     | 1.704,00  |
| 578 KG              | Aço CA-50 Ø 12,5 mm (Aço para armação principal do muro, atendendo às especificações estruturais).                       | 8,70     | 5.028,60  |
| 503 KG              | 13 – Aço CA-50 Ø 8 mm (Utilizado em estribos e armações secundárias).                                                    | 4,74     | 2.384,22  |
| 511,92 KG           | Aço CA-50 Ø 10 mm (Aplicado na montagem das ferragens horizontais e complementares).                                     | 7,74     | 3.962,26  |
| 83,5 m <sup>3</sup> | Concreto Usinado fck = 30 MPa                                                                                            | 733,91   | 61.281,48 |
| 130HS               | Escavação Mecanizada – Serviço de escavação realizado por retroescavadeira de médio porte.                               | 59,69    | 7.759,70  |
| 2                   | Pedreiro                                                                                                                 | 2.538,65 | 2.538,65  |
| 1                   | Profissional – Supervisiona as atividades e coordena as etapas de execução.                                              | 4.429,85 | 4.429,85  |
| 1                   | Ferreiro Armador – Executa a montagem das armaduras metálicas de aço.                                                    | 2.538,65 | 2.538,65  |
| 2                   | Ajudantes – Apoio operacional nas etapas de montagem, concretagem e limpeza.                                             | 1.837,00 | 1.837,00  |

Fonte: Autores, 2026.

A Tabela 4 - apresenta a lista de valores e serviços da obra com base nos referenciais do SINAPI, detalhando os materiais, insumos, serviços mecanizados e mão de obra empregada na construção do muro de contenção. Os itens abrangem desde madeira para fôrmas, aço para armaduras e concreto usinado até escavação mecanizada e equipe técnica, com suas respectivas quantidades, valores unitários e totais. Isso permite a elaboração e a verificação dos custos conforme os parâmetros oficiais de referência.

Tabela 5 – Resumo Geral de Custos segundo SINAPI

| <b>Categoria</b>                                            | <b>Valor Total (R\$)</b> |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Materiais                                                   | 24.397,82                |
| Serviços(Concreto + Escavação + Demais materiais estimados) | 69.041,18                |
| Mão de Obra                                                 | 68.064,90                |

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| <b>Total Geral Estimado</b> | <b>161.503,90</b> |
|-----------------------------|-------------------|

Fonte: Autores, 2026.

A Tabela 5 - apresenta o resumo geral dos custos da obra conforme os referenciais do SINAPI, agrupando os valores por materiais, serviços e mão de obra. A consolidação evidencia a distribuição dos custos entre insumos e etapas executivas, resultando no valor total geral estimado, que serve como base técnica para análise orçamentária, comparação de cenários e validação dos custos da obra segundo parâmetros oficiais.

A média dos valores registrados na tabela SINAPI, oferecendo uma base confiável para analisar a variação dos preços praticados na região. Essa comparação é importante para verificar se os custos da obra estão de acordo com as expectativas, além de permitir a identificação de possíveis discrepâncias nos valores estimados.

#### 4.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS VALORES DA EMPRESA E OS DA TABELA SINAPI

A análise comparativa dos resultados permite afirmar que a diferença entre os valores fornecidos pelo SINAPI e a média dos valores dos fornecedores locais é significativa, e essa variação ajudou a chegar a essa conclusão. Essa informação é importante para avaliar a confiabilidade dos preços do SINAPI e a possibilidade de usar os valores locais como referência para a compra de materiais necessários para a construção civil.

A análise desse orçamento e com as existentes no SINAPI mostra que a variação de preço entre as duas fontes de informação não é relevante, sugerindo que os valores praticados estão próximos. Contudo, é importante destacar que há variações significativas nos custos dos materiais, o que pode afetar diretamente os gastos com projetos de construção.

Ao acompanhar e examinar os dados fornecidos, torna-se possível analisar a confiabilidade dos valores disponibilizados pelo SINAPI e considerar o uso dos preços locais como base para a compra dos materiais necessários à construção civil. Essa análise de preços é essencial para encontrar oportunidades de redução de custos no setor, assegurando a viabilidade financeira dos projetos na construção civil.

Após uma análise detalhada, constatou-se que os índices de produtividade na elevação de alvenaria ultrapassam os padrões do SINAPI, demonstrando a eficácia da equipe. Surpreendentemente, a produtividade não teve uma correlação direta com o número de membros, sugerindo que equipes menores, quando adequadamente treinadas, podem ser mais eficientes do que equipes maiores. Essa observação enfatiza a importância de análises minuciosas para identificar elementos como formação insuficiente ou desmotivação.

Essas apreciações possibilitam a criação de estratégias para aumentar a eficiência, como investir em treinamentos especializados, adquirir equipamentos modernos e incentivar a motivação da equipe, promovendo a melhoria constante nos processos de construção. Notou-se que os preços dos insumos em relação ao SINAPI apresentaram variações, o que ressalta a importância de levar essas discrepâncias em consideração ao fazer estimativas e planejamentos para garantir a precisão dos custos.

No caso especial de Itaituba/PA, apesar de o SINAPI ser eficiente na estimativa e gestão de custos, sua utilização exclusiva pode trazer restrições quanto à confiabilidade completa. Portanto, recomenda-se o uso cuidadoso do SINAPI em conjunto com outras fontes de informação para garantir estimativas de custos mais precisas e confiáveis para projetos na região.

Logo, percebe-se a importância do orçamento nos dias atuais, em qualquer que seja o empreendimento, assim como o planejamento e gestão de obra. Fazendo com que o controle de custos e otimização dos mesmos seja de forma mais eficaz, tanto para garantir a maior margem de lucro por parte das empresas, como também, a economia por parte dos construtores particulares.

Além de servir como parâmetro na elaboração de orçamentos na construção civil para financiamentos junto à Caixa Econômica Federal, o SINAPI, se faz presente na vida dos brasileiros, já que muitas empresas de engenharia adotam esta base de dados para orçamentos de obras públicas, e também para empreendimentos particulares. Contudo, muitas vezes nos deparamos com discrepâncias entre os valores sugeridos pelas empreiteiras frente aos sinalizados pelo SINAPI, podendo assim prejudicar o contratante ou o contratado.

## CONCLUSÃO

A escolha de um muro de contenção deve envolver análises de custos, análises técnicas, e também arquitetônicas. Apesar de todas as soluções estudadas serem eficientes, a análise orçamentária varia significativamente, tornando-se um item de peso na hora da escolha da solução.

Desse modo, as diferenças de custos entre as soluções tendem a ser muito maiores, quando multiplicadas pela dimensão de uma determinada obra. Portanto, estudos de viabilidade e orçamentos de viabilidade são necessários e importantes a fim de se desenvolver parâmetros para a escolha mais adequada à circunstância.

Um orçamento detalhado tem menor grau de incerteza que uma estimativa, porém estimativas são inevitáveis no mercado atual onde as obras “atropelam” a execução dos projetos. Uma estimativa deve estar embasada em referências sólidas, e sempre não limitar-se ao custo por metro quadrado. Estimar também os demais custos como fundações, contenções, equipamentos especiais, etc.

Portanto as obras que são acompanhadas por profissionais responsáveis necessitam desse detalhamento, pois eles conhecem a necessidade e podem indicar a melhor contenção para a construção do muro, para que assim não tenha problemas e situações desagradáveis a que venha colocar em risco tanto o desabamento do mesmo e até mesmo colocar risco a vida humana.

Dessa forma como mostrado nos resultados evidencia-se que os valores possuem diferenças e que isso fica diferente do que o SINAPI demonstra em sua tabela, mas o cliente prefere mesmo assim continuar com a obra, pois o profissional responsável repassa todo e qualquer orçamentos e valores para o mesmo.

Os objetivos do trabalho foram alcançados uma vez que se evidenciou, através de dados do índice SINAPI, que os valores na cidade de Itaituba apresentam variação considerável. Além disso, foi possível analisar o custo médio aproximado de execução de um muro de contenção. Com isso, este trabalho pôde destacar a importância de uma estrutura equilibrada para a segurança do muro.

Nesse viés, as informações prestadas neste estudo foram de suma importância para demonstrar os custos envolvidos na construção desse muro em uma residência e principalmente sobre as legalidades necessárias, e avaliações de valores que devem ser observadas pelo engenheiro civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2024.

ASTM INTERNATIONAL. **ASTM D4439: Standard terminology for geosynthetics**. West Conshohocken, PA, 2010.

BARROS, M. M. S. B. **Execução de estruturas de concreto armado**. São Paulo: PINI, 2011.

BASTOS, M. C.; FARIAS, M. M. **Introdução à mecânica dos solos**. Porto Alegre: UFRGS, 2010.

BATHURST, R. J. **Reinforced soil structures: advances in research and practice**. London: Taylor & Francis, 2009.

BERG, R. R.; CHRISTOPHER, B. R.; SAMTANI, N. C. **Design and construction of mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes**. Washington, D.C.: Federal Highway Administration (FHWA), 2009.

BROMS, B. B. Stability of flexible structures. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING**, 9., 1977, Tokyo. Proceedings Tokyo: ISSMFE, 1977. p. 3–15.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Brasília, 2020.1.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Brasília, 2023.

CEDERGREN, H. R. **Seepage, drainage, and flow nets**. New York: John Wiley & Sons, 1997.

CUNHA, A. P. da. **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: PINI, 1991.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **DNIT 104/2009-ES: Pavimentação - Tratamento superficial - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2009.

ELIAS, V.; CHRISTOPHER, B. R.; BERG, R. R. **Mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes: design and construction guidelines**. Washington, D.C.: Federal Highway Administration (FHWA), 2001.

FELIX, Silvio Aparecido. **Solos e Construção: teoria e prática**. São Paulo: Saraiva, 2019.

GERSCOVICH, D. M. S. **A diversidade de solos e suas complicações para levantamento de muros**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

GERSCOVICH, D. M. S.; DANZIGER, F. A. B.; SARAMAGO, R. P. **Mecânica dos solos**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

GOMES, R. S. **Pedras para o levantamento de muros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

KOERNER, R. M. **Designing with geosynthetics**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARRAPAGEM, Masayuki. **Introdução Engenharia Civil**: Conceitos, sistemas, implementação. São Paulo: Atlas, 2021.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2010.

MEDEIROS, M. H. F. **Contribuição ao estudo da durabilidade do concreto armado**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MENDONÇA, O. N. **Orçamentos de obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2012.

MITCHELL, J. K.; VILLET, W. C. B.; BOARD, A. R. **Reinforced soil structures**. London: Butterworths, 1987.

MOLITERNO, A. **Cálculo de estruturas de concreto armado**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

OLIVEIRA, C. P. **O solo e as complicações por conta de infiltração**. Rio de Janeiro, Atlas 3º ed. São Paulo, 2014.

PLÁCIDO, R. S.; KAMIJI, T. S.; BUENO, B. S. **Muros de contenção em solo reforçado**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

PRESTES, Ângelo Dutra. Analista de Dpt. Pessoal Plena II, **Estrutura Organizacional**, 2016.

RIBEIRO, A. L. C. **Muros de Contenção**. Rio de Janeiro: historia e evolução, Podem, 2000.

SANTOS, J. C. dos. **Análise do desempenho estrutural de muros de contenção em concreto armado**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

SANTOS, J. C. dos. **Estudo do comportamento de muros de contenção em concreto armado**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SIEIRA, A. C. C. **Comportamento de muros de solo reforçado com geossintéticos. 2003.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SILVA, A. R. **Análise de estabilidade de muros de contenção em concreto armado. 2012.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SILVA, X. L. **A dificuldade de mão de obra especializada para construções. 2. ed.** São Paulo: Gomes, 2018.

SILVA, W. P. J. **Materiais Utilizados para fundação. 3. ed.** São Paulo: Atlas, 2022.

TANCREDO, R. A. **Análise do comportamento estrutural de muros de contenção em solo reforçado. 2015.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

TEXEIRA, Idalberto Souza. **Remuneração, benefícios e relações de trabalho na construção civil: como reter talentos na organização. 3. ed.** São Paulo: Atlas, 2003.

TCPO – **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. 14. ed.** São Paulo: Pini, 2017.

VERGARA, Sylvia. Constant. **Método de Pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas, 2016, P 287.**

VERTEMATTI, J. C. **Contribuição ao estudo do comportamento de muros de contenção em solo reforçado. 2004.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

VIDAL, H. **Análise do comportamento de muros de contenção em solo reforçado. 2016.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

VILAR, O. M.; BUENO, B. S. **O Solo e a escavação em pedras. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.**

Yin, R. K. (2005). **Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre, RS: Bookman.**

## APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA VISITA TÉCNICA



### CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA LTDA FACULDADE DE ITAITUBA – FAI

Endereço: Rua Fernando Guilhon, 895 Jardim das Araras- Itaituba/PA  
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – Portaria de autorização/MEC nº200/2019.

DECL. Nº01/2025

### DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA VISITA TÉCNICA

Declaramos que os acadêmicos do IX período do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Itaituba – FAI foram autorizados a participar de uma visita técnica às dependências da edificação residencial, localizada no município de Itaituba-PA. A visita foi realizada dos dias 12 a 15 de Agosto de 2025, no período das 14:00 às 18:00, permitindo o acesso à edificação em fase de execução.

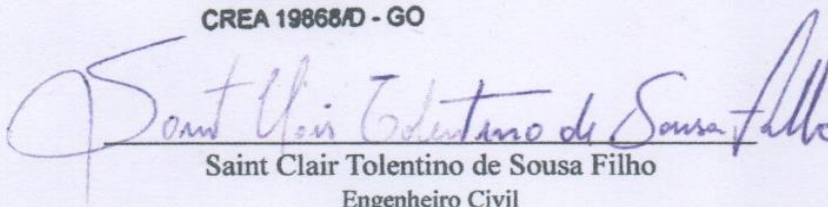
Durante a visita, foi possível observar detalhadamente as fases construtivas executadas, os ambientes e sistemas que compõem a infraestrutura da edificação, contribuindo para o aprimoramento técnico e acadêmico. A atividade contou com o acompanhamento do Engenheiro Civil Saint Clair Tolentino de Sousa Filho, que prestou esclarecimentos sobre as etapas executivas, os sistemas estruturais e as soluções adotadas na obra.

Ressalta-se que a visita foi solicitada pelos acadêmicos Darlison da Silva e Silva e Wemeson Carmo dos Anjos Filho, com o objetivo de realizar análise e pesquisa para o desenvolvimento de seus Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC). A coordenação da visita esteve sob responsabilidade do Esp. Eng. Civil Andryo Henrique Freitas da Silva, e os registros fotográficos realizados tiveram finalidade exclusivamente acadêmica e técnica.

A visita teve caráter estritamente técnico e acadêmico, sem interferir no andamento das atividades da obra.

**Saint Clair T. de Sousa Filho**  
Engenheiro Civil  
CREA 19868/D - GO

Itaituba – PA, 12 de Agosto de 2025.

  
Saint Clair Tolentino de Sousa Filho  
Engenheiro Civil



Documento assinado digitalmente  
ANDRYO HENRIQUE FREITAS DA SILVA  
Data: 18/03/2026 13:55:33-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Andryo Henrique Freitas Da Silva**  
Engenheiro Civil  
Coordenador do Curso de Engenharia Civil