

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JUVERCIL DE BRITO SOUSA JUNIOR

THIAGO DE PAIVA PIRES

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURA DE CONTENÇÃO
TIPO GABIÃO APLICADA NO BAIRRO DA FABRIL NO MUNICÍPIO
DE ANÁPOLIS**

ANÁPOLIS

2017

**JUVERCIL DE BRITO SOUSA JUNIOR
THIAGO DE PAIVA PIRES**

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURA DE CONTENÇÃO
TIPO GABIÃO APLICADA NO BAIRRO DA FABRIL NO MUNICÍPIO
DE ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO
DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES

**ANÁPOLIS
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA JUNIOR, JUVERCIL DE BRITO / PIRES, THIAGO DE PAIVA

Estudo da implantação de estrutura de contenção tipo gabião aplicada no bairro da Fabril no município de Anápolis.

83P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2017).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. Estrutura de contenção | 2. Estrutura em Gabiões |
| 3. Gabião tipo caixa | 4. Gabião tipo colchão Reno® |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA JUNIOR, Juvercil de Brito; PIRES, Thiago de Paiva. Estudo da implantação de estrutura de contenção tipo gabião aplicada no bairro da Fabril no município de Anápolis. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 83p. 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Juvercil de Brito Sousa Junior

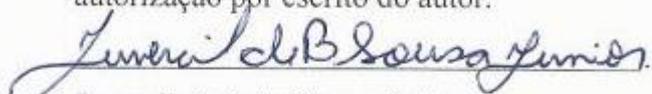
Thiago de Paiva Pires

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo da implantação de estrutura de contenção tipo gabião aplicada no bairro da Fabril no município de Anápolis

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

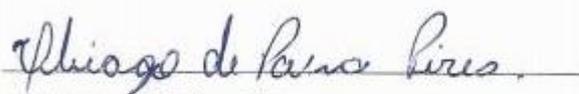
ANO: 2017

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Juvercil de Brito Sousa Junior

E-mail: juvercil.eng@hotmail.com



Thiago de Paiva Pires

E-mail: thiagopires27@yahoo.com.br

JUVERCIL DE BRITO SOUSA JUNIOR
THIAGO DE PAIVA PIRES

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURA DE CONTENÇÃO
TIPO GABIÃO APLICADA NO BAIRRO DA FABRIL NO MUNICÍPIO
DE ANÁPOLIS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

DATA DE APROVAÇÃO 30/11/17

APROVADO POR:

Carlos Eduardo Fernandes
CARLOS EDUARDO FERNANDES, Especialista (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)

Elke Dias de Sousa
ELKE DIAS DE SOUSA, Mestra (UniEVANGÉLICA)

Wanessa Mesquita Godoi Quaresma
WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA, Mestra (UniEVANGÉLICA)

ANÁPOLIS

2017

RESUMO

Por uma questão topográfica e hidráulica, a EEE02(estação elevatória de esgoto 02) objeto de estudo deste trabalho científico, foi instalada em uma área mais baixa da cidade, que coincide com a faixa marginal do curso do manancial Jurubatuba. O manancial Jurubatuba encontrava-se com um processo erosivo avançado, colocando em risco a integridade da EEE02, gerando então a necessidade de uma obra emergencial de contenção, obra a qual uma equipe de engenheiros da empresa responsável pela coleta e tratamento de esgoto da cidade, após análise de terreno, viabilidade e estudos ambientais, julgou como apropriado a utilização de uma estrutura de contenção do tipo gabião. Durante a execução, foram encontrados alguns problemas, tanto em questão do terreno, leito do córrego, projeto e orçamento, que foram sanados pela empresa que executou a obra, juntamente com a empresa que a licitou, de maneira a maximizar a eficiência da obra.

PALAVRAS-CHAVE:

Gabião. Reno®. Terramesh. Contenção. Erosões.

ABSTRACT

Due to a topographic and hydraulic question, the EEE02 (sewage elevation station 02) object of study of this scientific work, was installed in a lower area of the city, that coincides with the marginal strip of the course of the Jurubatuba spring. The Jurubatuba spring was undergoing an advanced erosive process, putting at risk the integrity of the EEE02, generating the need for an emergency containment work, a work that a team of engineers from the company responsible for the collection and treatment of sewage in the city, after field analysis, feasibility and environmental studies, deemed the use of a gabion type containment structure as appropriate. During the execution, some problems were found, both in the field, stream bed, project and budget, which were remedied by the company that carried out the work, together with the company that bid it, in order to maximize the efficiency of the work.

KEYWORDS:

Gabion. Reno®. Terramesh. Containment. Erosions.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Muro de gravidade em alvenaria.....	20
Imagem 2 - Muro de gravidade em concreto ciclópico ou concreto gravidade	20
Imagem 3 - Estrutura de contenção provisória na obra Flex Osasco II em São Paulo no mês de dezembro de 2013.....	21
Imagem 4 - Muro atirantado.....	22
Imagem 5 - Muro de “Crib Wall”	23
Imagem 6 - Muro de sacos de solo-cimento.....	24
Imagem 7 - Muro de pneus.....	24
Imagem 8 - Cortina atirantada contendo encosta em estrada	25
Imagem 9 - Exemplo de estruturas rígidas – a) Muro de Alvenaria – b) Muro de pedra – c) Muro de concreto armado.....	26
Imagem 10 - Muros de gabiões com degraus externos e internos.....	27
Imagem 11 - Esquema de gabião tipo caixa	32
Imagem 12 - Estrutura de contenção em gabião tipo caixa.....	33
Imagem 13 - Esquema de gabião tipo saco	35
Imagem 14 - Gabião tipo saco	35
Imagem 15 - Esquema de gabião tipo colchão reno®.....	37
Imagem 16 - Esquema de Terramesh® System	39
Imagem 17 - Muro de contenção em solo reforçado, Arena Corinthians (SP).	39
Imagem 18 - Muro de contenção em solo reforçado concluído, Arena Corinthians (SP).....	40
Imagem 19 - Esquema de Terramesh® Verde	42
Imagem 20 - Cratera da margem esquerda do manancial Jurubatuba.....	43
Imagem 21 - Cratera da margem esquerda com vista para GO-030	44
Imagem 22 - Erosão a jusante da ponte	44
Imagem 23 - Fluxo de água no local após a chuva.....	45
Imagem 24 - Situação antes da obra.....	46
Imagem 25 - Vista superior do projeto da obra	46
Imagem 26 - Corte transversal do projeto	47
Imagem 27 - Canteiro sendo limpo com escavadeira hidráulica.....	49
Imagem 28 - Vista superior do local do canteiro de obras em referência a EEE02.....	49
Imagem 29 - Armazenamento de pedras para o preenchimento de gabiões	51
Imagem 30 - Armazenamento de telas de gabiões, arames, manta geotextil e madeiras.....	52

Imagem 31 - Armazenamento de solo utilizado no reaterro e em outras etapas.	52
Imagem 32 - Processo de abertura do acesso para início da obra.	53
Imagem 33 - Processo de abertura do acesso para início da obra.	53
Imagem 34 - Cortes feitos na margem para o correto posicionamento da estrutura.	54
Imagem 35 - Cortes feitos na margem para o correto posicionamento da estrutura.	54
Imagem 36 - Execução do enrocamento com pedras marroadas.....	55
Imagem 37 - Enrocamento concluído.....	56
Imagem 38 - Gabiões tipo saco montados no canteiro de obras.	57
Imagem 39 - Gabiões tipo saco montados em seus devidos lugares.	58
Imagem 40 - Tirantes verticais.	60
Imagem 41 - Processo de montagem do gabião tipo reno® (preenchimento com pedra marroada).....	61
Imagem 42 - Processo construtivo do gabião tipo reno® (fechamento de tampas).	61
Imagem 43 - Detalhe de costura, atirantamento e enchimento.....	63
Imagem 44 - Detalhe da utilização dos gabaritos de madeira.	63
Imagem 45 - Amarração de caixas ao nível inferior e fixação de gabaritos.	64
Imagem 46 - Aplicação da manta Geotêxtil na parte interna do gabião.....	66
Imagem 47 - Depositando a terra atrás da estrutura de contenção.	67
Imagem 48 - Compactação do solo usando do compactador tipo sapo.....	68
Imagem 49 - Preenchimento do gabião tipo colchão reno®.	69
Imagem 50 - Cobertura do colchão reno® com manta geotêxtil.	70
Imagem 51 - Disposição da terra com auxílio de escavadeira hidráulica.	71
Imagem 52 - Espalhamento da terra com auxílio de ferramentas manuais.	71
Imagem 53 - Novo alambrado da EEE02.....	72
Imagem 54 - Dispensor de Velocidade (travessa).....	73
Imagem 55 - Recondicionamento da margem direita do manancial.	73
Imagem 56 - Visão do duto extravasor principal.	74
Imagem 57 - Desmoronamento e contenção de madeira.....	75
Imagem 58 - Continuação da obra apos remoção da terra.	75
Imagem 59 - Estrutura de direcionamento de água pluvial.	76
Imagem 60 - Fluxo de esgoto saindo no extravasor principal.....	77
Imagem 61 - Fluxo de agua pós chuva.	77
Imagem 62 - 180 dias após a conclusão da obra.	78

LISTA DE QUADROS:

Quadro 1: Características do gabião tipo caixa GalMac® 4R-P	33
Quadro 2: Características do gabião tipo saco GalMac® 4R-P	36
Quadro 3: Características do gabião tipo colchão reno® GalMac® 4R-P	38
Quadro 4: Características do Terramesh® System GalMac® 4R-P	41
Quadro 5: Características do Terramesh® verde GalMac® 4R-P	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PVC	Cloreto de Polivinil
NBR	Norma Brasileira
EEE02	Estação Elevatória de Esgoto 02
Zn	Zinco
Al	Alumínio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	14
1.2	APRESENTAÇÃO DO TEMA	15
1.3	QUESTÃO NORTEADORA	16
1.4	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	16
1.5	OBJETIVO	17
1.5.1	Objetivo Geral	17
1.5.2	Objetivos Específicos:	17
1.6	METODOLOGIA DO TRABALHO	18
2	TIPOS DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO	19
2.1	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO	19
2.2	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO A GRAVIDADE (MUROS DE GRAVIDADE)	19
2.3	ESTRUTURAS PROVISÓRIAS	21
2.4	ESTRUTURAS DEFINITIVAS	21
2.4.1	Muro atirantados	22
2.4.2	Muros de “Crib Wall” (contenção de muro em fogueira)	23
2.4.3	Muros de sacos de solo-cimento	23
2.4.4	Muros de pneus	24
2.4.5	Cortinas atirantadas	25
2.5	ESTRUTURA RÍGIDA	25
2.6	ESTRUTURAS FLEXÍVEIS	26
2.7	ESTRUTURA DE CONTENÇÃO TIPO GABIÃO	26
2.7.1	Monolítica	28
2.7.2	Resistente	28
2.7.3	Duráveis	28

2.7.4	Armadas	29
2.7.5	Flexíveis	29
2.7.6	Permeáveis	30
2.7.7	Com baixo impacto ambiental	30
2.7.8	Praticas e versáteis	30
2.7.9	Econômicas	31
2.8	OS GABIÕES	31
2.8.1	Gabiões tipo caixa	32
2.8.2	Gabiões tipo saco	34
2.8.3	Gabiões tipo colchão reno®	36
2.8.4	Terramesh® System	38
2.8.5	Terramesh® Verde	41
3	ESTUDO DE CASO	43
3.1	SITUAÇÃO DO LOCAL ANTES DA OBRA	43
3.2	ALTERAÇÕES DE PROJETO	45
3.3	ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETO	47
3.4	EQUIPE DE SERVIÇO	48
3.5	MOBILIZAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	48
3.6	LIMPEZA DO CANTEIRO DE OBRA	48
3.6.1	Limpeza Mecanizada	49
3.6.2	Limpeza Manual	50
3.6.3	Movimentação de terra	50
3.7	BOTA-FORA	50
3.8	ESTOCAGEM DE MATERIAIS	50
3.9	ABERTURA DE ACESSO AO LOCAL DA OBRA	52
3.10	SERVIÇOS PRELIMINARES	54
3.11	ENROCAMENTO	55

3.12	GABIÃO TIPO SACO.....	56
3.13	GABIÃO TIPO COLCHÃO RENO® INFERIOR.....	59
3.14	GABIÃO TIPO CAIXA.....	61
3.15	APLICAÇÃO DE MANTA GEOTÊXTIL INTERNA	66
3.16	REATERRO.....	67
3.17	COLCHÃO RENO® SUPERIOR	68
3.18	APLICAÇÃO DE MANTA GEOTÊXTIL SUPERIOR	69
3.19	COBERTURA COM TERRA VEGETAL.....	70
3.20	ALAMBRADO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	71
3.21	DISSIPADOR DE VELOCIDADE (TRAVESSA).....	72
3.22	LEITO DIREITO DO RIO.....	73
3.23	SITUAÇÕES ADVERSAS.....	74
3.23.1	Atraso de matéria prima	74
3.23.2	Prolongamento dos dutos extravasores da EEE02	74
3.23.3	Desmoronamento.....	75
3.23.4	Estrutura de direcionamento de agua pluvial	76
3.23.5	Interrupções causadas pelo mau funcionamento da EEE02	76
3.23.6	Danos causados pela chuva.....	77
3.24	DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPE E MÁQUINAS.....	78
3.25	ESTUDO DA INTEGRAÇÃO DA ESTRUTURA COM O MEIO AMBIENTE	78
3.25.1	180 dias após a conclusão	78
4	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Loturco (2006) afirma que com o passar dos anos, diversas soluções para evitar o deslizamento de taludes foram improvisadas de maneira natural ou artificial, mas atualmente o risco de deslizamento do solo pode ser controlado por diversas tecnologias propostas na engenharia civil, uma das mais comuns e mais utilizadas é o sistema de contenção em gabiões.

Neste contexto daremos ênfase no sistema de gabiões utilizado na contenção de encostas de rios, tendo em vista que os rios são os locais mais propícios ao deslizamento de terra devido às ações da chuva e do vento, ainda sendo potencializada pela ação humana, além do longo processo de erosão, que acaba impedindo o fluxo hídrico em algumas partes do rio, devido ao acúmulo de sedimentos clásticos como areia, cascalho e a lama, conhecido comumente de aluvião.

Loturco (2006) relata que gabiões são provavelmente uma das mais antigas tecnologias da engenharia voltadas para problemas de infraestrutura, tendo registro de sua utilização de forma rudimentar pelos egípcios e chineses em um período datado antes de Cristo.

Ainda segundo Loturco (2006) o gabião como conhecemos atualmente, teve sua reestruturação feita no final do século XIX na Itália, deste então sua utilização vem crescendo, e sua área de utilização vem ficando mais ampla a cada dia. No Brasil esta tecnologia começou a ser utilizada no início dos anos 70, atualmente existindo obras em todas as partes do país.

Por definição ou até mesmo pela origem da palavra – Gabiões são envoltórios preenchidos com pedras para aplicações geotécnicas, hidráulicas e de proteção superficial. Substituem o uso de grandes blocos, de difícil manuseio, ou de pedras soltas, que não garantiriam a durabilidade e o desempenho enquanto sistema. Estes envoltórios são constituídos de uma malha de aço hexagonal de dupla torção com baixo teor de carbono zincado, que é definido pela norma brasileira-NBR 8964 de 2013.

1.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Segundo Onodera (2005) o uso de gabião em obras de contenção é uma das soluções adotadas por ser de fácil execução, possuir um baixo custo além de se integrar ao meio ambiente, contudo existem diversos tipos de gabiões, dentre os quais podemos citar três mais utilizados, o gabião tipo caixa, colchão reno® e gabião tipo saco.

Como citado anteriormente o gabião tipo caixa é uma estrutura em forma de prisma retangular, fabricadas com malha hexagonal de dupla torção produzida com arames de baixo teor de carbono podendo ser revestido com Cloreto de Polivinil - PVC. Os gabiões são divididos em células por diafragmas com função de reforçar a estrutura, toda a malha exceto o diafragma recebe um reforço em suas extremidades utilizando-se de um arame de diâmetro maior que o da malha que o deixa mais rígido facilitando sua execução e montagem, se necessário, os arames que compõem a malha do gabião podem ser revestidos com uma camada de PVC que concede uma proteção maior contra corrosão e o torna eficiente em ambientes poluídos e quimicamente agressivos ao material de seu revestimento metálico. Quando instalados e preenchidos com rochas, os gabiões se transformam em um elemento estrutural maleável, armado, auto drenante e capaz de ser utilizado nos mais diversos tipos de estruturas.

O colchão reno® segue basicamente o mesmo processo do gabião tipo caixa, seu diferencial é que ele possui uma grande área e uma pequena espessura, quando o colchão reno® é preenchido com rochas e instalado, se torna um elemento drenante e armado que devido sua flexibilidade e baixa espessura, é especialmente indicados na construção de revestimentos de canais, barragens de solo, escadas dissipadoras etc.

Os Gabiões saco são formados a partir de um único painel de malha hexagonal de dupla torção, possui um formato cilíndrico que o diferencia de todos os outros, suas extremidades dispõem de um arame especial que passa alternadamente pelas malhas, permitindo assim sua montagem no canteiro, geralmente é empregado como apoio para estruturas de contenção, sendo primeiro preenchido com rochas para só então depois ser instalado utilizando de equipamentos mecânicos. Devido a estas características, o gabião saco se torna uma ferramenta fundamental para obras de emergência, seu preenchimento com rochas independe de uma arrumação criteriosa quanto aos gabiões tipo caixa.

1.3 QUESTÃO NORTEADORA

A obra a ser estudada consiste em uma contenção de erosão na margem esquerda, no manancial Jurubatuba que deságua no córrego João Leite no bairro Vila Fabril em Anápolis. A erosão está pondo em risco a EEE02 (Estação Elevatória de Esgoto 02), que capta o esgoto gerado nos bairros Vila Fabril e Bairro da Lapa.

A obra consiste em uma estrutura de contenção de erosões tipo gabião, com um comprimento de 35,85 metros e 10,83 metros de ala na parte a jusante da estrutura do gabião. Devido ao fato de ser uma nascente dentro do perímetro urbano de Anápolis a mesma se assoreou muito com as enchentes geradas pela falta de infraestrutura de drenagem urbana. No local da obra, ao lado da ponte sobre a rodovia estadual GO 330 no bairro Vila Fabril, neste ponto o nível da água está cerca de 3 metros abaixo do nível habitual da água. Devido à uma cratera de aproximadamente 2 metros de profundidade ter sido gerada, sendo necessário além da estrutura de gabião tipo caixa com 4 metros de altura e quatro camadas, iniciando-se com quatro metros e finalizando a última camada com apenas um metro.

Toda à estrutura terá uma inclinação de seis por cento, o espaço atrás desta será protegido com manta geotêxtil para evitar que resíduos sólidos adentrem a estrutura do gabião, e preenchido com reaterro de solo compactado, o restante da estrutura até o nível da EEE02 também será preenchido com solo compactado em forma rampada com inclinação de quarenta e cinco graus (45°) coberto por uma camada de gabião tipo colchão Reno® de trinta centímetros de espessura coberto novamente por manta geotêxtil para impedir a entrada de resíduos sólidos na estrutura e para finalizar a manta geotêxtil será coberta com uma camada de solo e semeada com braquiário.

1.4 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Na região de Anápolis podemos citar vários locais onde utilizaram estruturas de gabião, como o córrego Antas, córrego Riboletas, o centro universitário UniEVANGÉLICA dentre outros locais, mas isto é apenas o reflexo visual do real potencial de tal estrutura. Este trabalho, no entanto trata-se de um estudo de caso minucioso na aplicação de uma estrutura de contenção em gabiões, visando o dia-a-dia da obra, as modificações que tiveram que ser feitas mediante o projeto, observando os aspectos construtivos e problemas encontrados no decorrer do procedimento, levando em consideração que todos os passos realizados em obras serão

norteados por normas regulamentadoras, que definem praticamente tudo, desde a qualidade e aspectos de materiais até técnicas construtivas. Podemos então, ter uma visão ampla das principais dificuldades encontradas que não são especificadas de maneira coesa pelas práticas construtivas, analisando os métodos construtivos utilizados que não foram definidos em projeto, mas que se tornam válidos pela necessidade.

Contudo este trabalho também abrange um grande problema da construção civil que se refere à integração da estrutura com o meio ambiente. Por tal motivo a pesquisa no local da obra se prolongou por um período após o término, para que posamos definir até que ponto haverá a integração com o meio e também se não haverá futuros problemas decorrentes da implantação da estrutura de contenção, bem como sua conservação.

Sendo assim esta pesquisa servirá como amparo para futuras execuções de estruturas de gabiões, principalmente na utilização em contenções de encostas de rios, tendo em vista que tal trabalho será realizado com conteúdo prático, resolvendo os principais problemas encontrados durante a execução além de uma explanação das técnicas construtivas adotadas em obra, dando assim maior amparo para futuras pesquisas sobre o tema.

1.5 OBJETIVO

1.5.1 Objetivo Geral

Acompanhar a execução de uma estrutura de contenção do tipo gabião, com a finalidade de conter o assoreamento que estava colocando em risco a EEE02, situada as margens do manancial Jurubatuba que deságua no ribeirão João Leite, na cidade de Anápolis. Analisando suas etapas construtivas e as técnicas utilizadas.

1.5.2 Objetivos Específicos:

Como objetivos específicos podemos elencar:

- a) Criar uma analogia sobre o passo-a-passo do desenvolvimento da obra, tomando como base os dados fornecidos no projeto inicial e dados e situações gerados no decorrer da obra;

- b) Apresentar problemas encontrados no decorrer da obra, enfatizando as ações tomadas para solucioná-las;
- c) Explanar com a máxima ênfase o motivo para o qual foi selecionada tal estrutura de contenção.

1.6 METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia aplicada para elaboração deste trabalho foi a realização de visita técnica *in loco* desde a assinatura do contrato até 180 (cento e oitenta) dias após seu término, realizando memorial fotográfico de todas as etapas, diário de obra, levantamento de materiais, quadro de funcionários e interferências por chuvas e enchentes durante a execução.

Também foi feito estudos juntamente com o principal fornecedor da obra, que será a Maccaferri fornecedora de todos os gabiões e arames utilizados na obra.

Para auxiliar na metodologia dos estudos dos materiais da empresa Maccaferri utilizados na execução da obra adotaremos os recursos oferecidos nas normas brasileiras NBR 8964 de 2013 - Arames de aço de baixo teor de carbono zincado, para gabiões e NBR 10514 de 1988 - Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões.

Já para a fornecedora de pedras, será realizados visita ao local da jazida com o objetivo de averiguar se seguem padrões ambientais indispensáveis como exploração planejada e visando reduzir danos ao meio-ambiente os quais possibilitem a recuperação da área após a conclusão das obras de exploração, deve ser vedado o lançamento de refugos nos leitos de rios ou córregos, destinação correta de resíduos petrolíferos utilizados.

2 TIPOS DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

2.1 ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

Segundo relatado por Luiz (2014), estruturas de contenção é uma prática construtiva que possui a finalidade de prover estabilidade de taludes. São estruturas que funcionam a fim de evitar o escorregamento causado pelo peso próprio ou por ação de carregamentos externos. Exemplos típicos de estruturas de contenção são os muros de arrimo, as cortinas de estacas prancha e as paredes diafragma. Embora eles possam diferenciar-se muito entre si, tanto nas práticas construtivas, formas e materiais utilizados, todas elas possuem um objetivo que é conter possíveis rupturas do maciço e suportar as pressões laterais exercidas por ele.

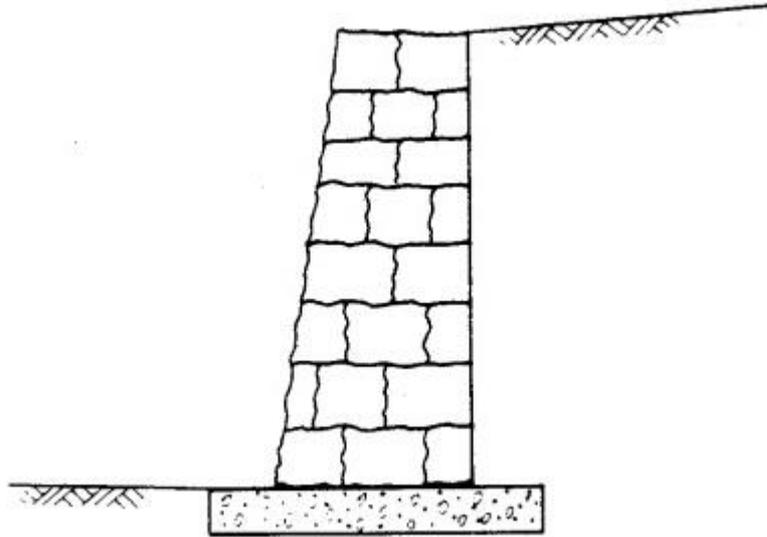
2.2 ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO A GRAVIDADE (MUROS DE GRAVIDADE)

Quando falamos em estruturas de contenção a gravidade, podemos citar diversas práticas construtivas que foram evoluindo com o passar dos últimos anos, dentre as quais podemos destacar os muros de gabião. Contudo para uma melhor compreensão sobre esta estrutura, devemos entender melhor o que seria uma estrutura de contenção a gravidade.

Muros de Gravidade são estruturas corridas que se opõem aos empuxos horizontais pelo peso próprio. Geralmente, são utilizadas para conter desníveis pequenos ou médios, inferiores a cerca de 5m. Os muros de gravidade podem ser construídos de pedra ou concreto (simples ou armado), gabiões ou ainda, pneus usados (GERSCOVICH, 2010, p. 2)

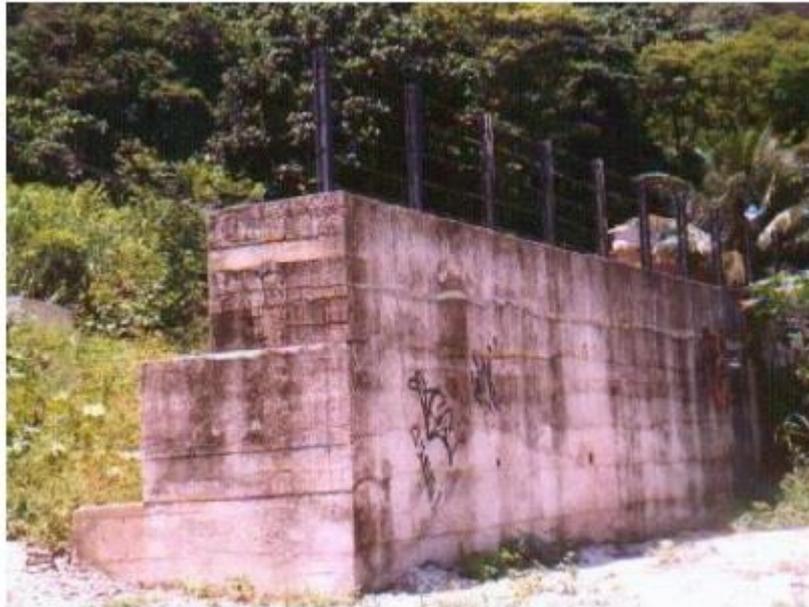
Enquanto estruturas como as cortinas de estacas e paredes diafragma geralmente recorrem a métodos de suporte auxiliares para manterem-se estáveis, as estruturas à gravidade utilizam seu peso próprio e muitas vezes o peso de uma parte do bloco de solo incorporado a ela para sua estabilidade. Contudo podemos dividir as estruturas de contenção em diversas características, como provisórias ou definitivas, ou ainda em estruturas rígidas (IMAGENS 1 e 2) ou flexíveis. A seguir iremos destacar um pouco cada uma destas características.

Imagem 1 - Muro de gravidade em alvenaria



Fonte: Gerscovich (2010)

Imagem 2 - Muro de gravidade em concreto ciclópico ou concreto gravidade



Fonte: Gerscovich (2010)

2.3 ESTRUTURAS PROVISÓRIAS

Segundo Cardoso (2002, p.5) as contenções provisórias são aquelas em caráter transitório, sendo preferencialmente removidas cessada a sua necessidade.

Também podemos caracterizar estruturas de contenção entre rígidas e flexíveis, de um modo geral estruturas provisórias são flexíveis enquanto as definitivas são em sua maioria rígidas. Nas estruturas provisórias são empregados três métodos construtivos:

- Contenção com perfis metálicos justapostos;
- Contenções de madeira;
- Contenções de perfis cravados e madeira.

Todos estes métodos construtivos resultam em uma estrutura flexível.

Um exemplo de uso de estruturas de contenção provisórias foi o caso da obra de construção do Flex Osasco II na cidade de São Paulo ilustrado na imagem abaixo.

Imagem 3 - Estrutura de contenção provisória na obra Flex Osasco II em São Paulo no mês de dezembro de 2013



Fonte: Tecnisa (2013)

2.4 ESTRUTURAS DEFINITIVAS

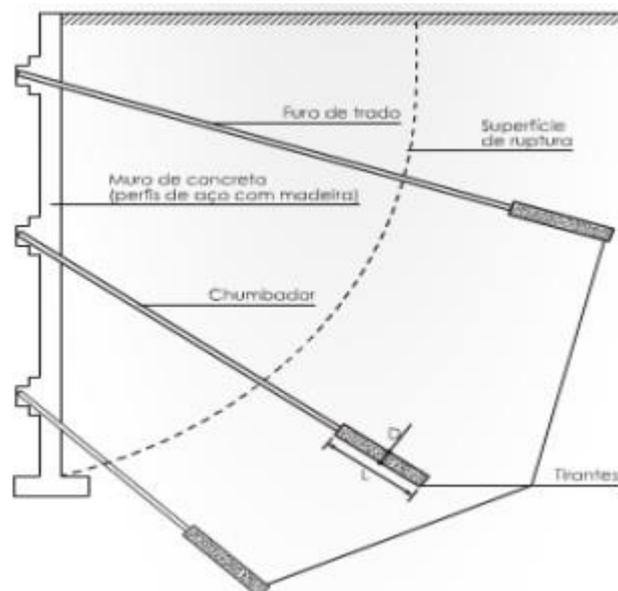
Conforme Relata Cardoso (2002) ao contrário das estruturas de contenção provisórias, estas são implantadas de modo a permanecer no local. Algumas técnicas que são utilizadas na construção de estruturas provisórias podem ser utilizadas na construção das

estruturas definitivas, como é o caso dos pranchões fundo de forma ou ainda estacas-prancha feitas de aço galvanizado, mas outras técnicas só serão economicamente viáveis quando utilizadas em estruturas definitivas, uma vez que a estrutura final é muito robusta ficando assim inviável ou ainda impossível de realizar o reaproveitamento dos materiais. Como é o caso de muros atirantados, “Crib Wall”, muros de sacos de solo-cimento, muros de pneus e Cortinas atirantadas dentre outras.

2.4.1 Muro atirantados

De acordo com Duarte (2013), muro atirantado é uma estrutura em concreto, onde os tirantes estão dispostos em um plano perpendicular ao plano do muro, sendo presos inteiramente no maciço através de um bulbo de ancoragem (IMAGEM 4).

Imagem 4 - Muro atirantado.



Fonte: Marchetti (2008)

2.4.2 Muros de “Crib Wall” (contenção de muro em fogueira)

Duarte (2013), afirma que muros de Crib Wall são estruturas justapostas e interligadas longitudinalmente, podendo ser formadas por elementos pré-moldados de madeira, concreto armado ou aço, preenchido com material granular graúdo e suas estruturas se acomodam diante dos recalques das fundações funcionando como muro de gravidade (IMAGEM 5).

Imagem 5 - Muro de “Crib Wall”

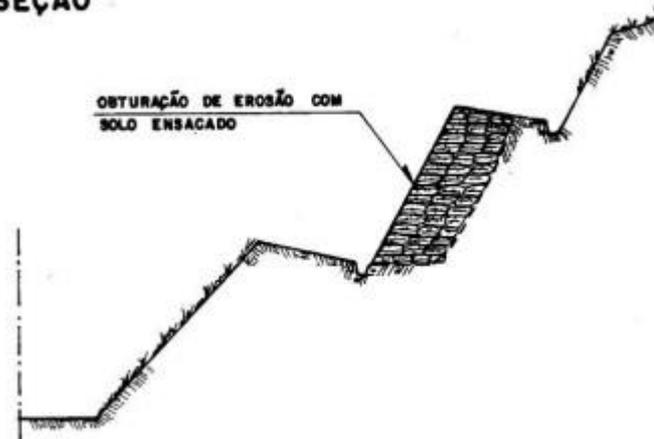


Fonte: Corsini (2011)

2.4.3 Muros de sacos de solo-cimento

Conforme descrito por Gerscovich (2010), os muros de sacos de solo-cimento são formados por camadas de sacos de poliéster 25 ou similares, preenchidos por uma mistura de solo-cimento na proporção de 1:10 a 1:15 (em volume) (IMAGEM 6).

Imagem 6 - Muro de sacos de solo-cimento
SEÇÃO



Fonte: Gerscovich (2010)

2.4.4 Muros de pneus

Segundo Souza (2002), muros de pneus são constituídos de camadas dispostas horizontalmente, amarrados entre si utilizando cordas ou arame, preenchidos com solo que é posteriormente compactado. Este tipo de estrutura funciona como muro de gravidade e tem como principal vantagem a reutilização de pneus descartados (IMAGEM 7).

Imagem 7 - Muro de pneus



Fonte: Gerscovich (2010)

2.4.5 Cortinas atirantadas

Partindo do que diz Bonafé (s.d), a cortina atirantada é um componente construtivo projetado em parâmetro vertical de taludes e paredes de escavações para conter os empuxos do solo, impedindo seu desabamento, Seus componentes consistem em painéis pressionados por tirantes contra as encostas. Os tirantes são instalados horizontalmente através dos painéis, ficando presos em uma espécie de bulbo de calda de cimento no interior do solo, sendo protendidos posteriormente para mobilizar os painéis.

Imagem 8 - Cortina atirantada contendo encosta em estrada

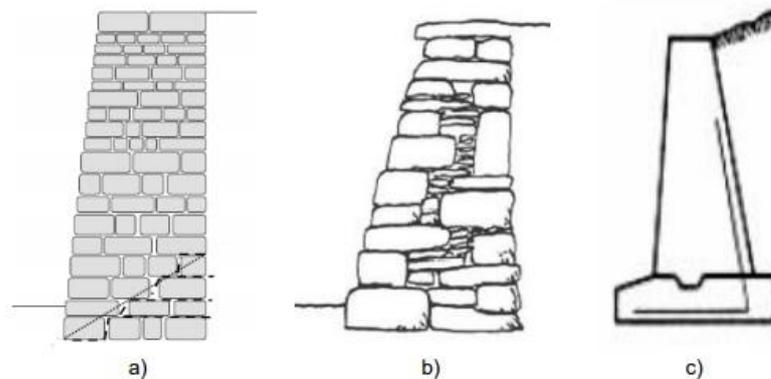


Fonte: Bonafé (s.d)

2.5 ESTRUTURA RÍGIDA

Segundo relatado por Magalhães (2015) de um modo geral, as estruturas de contenção rígidas, são estruturas corridas verticais ou quase verticais, geralmente com uma estrutura de fundação considerada rasa. Seu corpo pode ser formado de diversos materiais como, alvenaria (tijolos ou pedras), concreto (simples ou armado) ou ainda ser construído com elementos especiais.

Imagem 9 - Exemplo de estruturas rígidas – a) Muro de Alvenaria – b) Muro de pedra – c) Muro de concreto armado.



Fonte: Magalhaes (2016)

Essas estruturas conseguem uma estabilidade significativa devido ao seu peso próprio, apresentando deformações por flexão quase que insignificantes, estando sujeita apenas a deslocamentos de translação e de rotação.

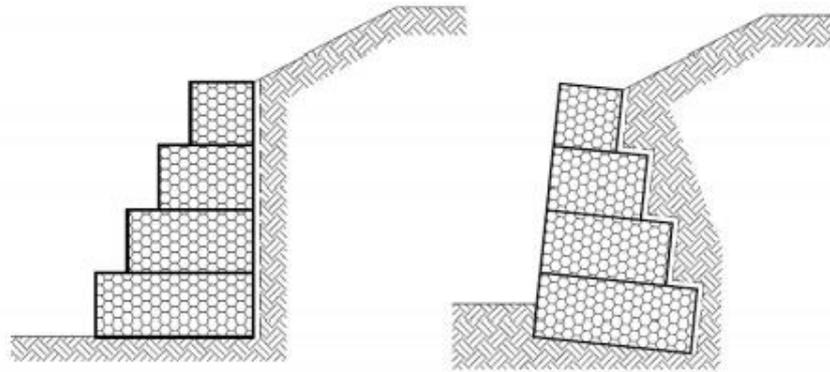
2.6 ESTRUTURAS FLEXÍVEIS

O eurocódigo 7 define estruturas de contenção flexíveis como estruturas pouco espessas, habitualmente de aço, Betão ou madeira, suportada por ancoragens e(ou) escoras pelo maciço mobilizado de forma passiva, que apresentam uma alta resistência contra flexão. Ao contrário das estruturas rígidas, aqui o peso da estrutura quase não auxilia em sua estabilidade. Esta estrutura é construída habitualmente de aço, betão ou madeira, suportados por métodos de ancoragem, escoras ou o solo movimentado de forma passiva. A principal característica de uma estrutura de contenção flexível se dá ao fato de sofrer deformações por flexão, que as possibilitam adequar-se a grandeza e a distribuição das pressões de terra.

2.7 ESTRUTURA DE CONTENÇÃO TIPO GABIÃO

Conforme Barros (2005), muros de gabiões são muros de gravidade constituídos por elementos metálicos confeccionados com telas de malha hexagonal de dupla torção de arame galvanizado preenchidos por pedras. As pedras devem possuir granulometria adequada, ou seja, diâmetros que sejam no mínimo superiores à abertura da malha das gaiolas.

Imagem 10 - Muros de gabiões com degraus externos e internos.



Fonte: Barros (2005)

Segundo Loturco (2006), estruturas de gabiões são provavelmente uma das mais antigas soluções da engenharia, voltadas para a contenção de taludes, possuindo registro de sua utilização de uma maneira rudimentar pelos egípcios e chineses em um período datado antes de Cristo. Teve sua estrutura atual reformulada na Itália no final do século XIX. São estruturas de arrimo tipo gravidade, permeáveis e flexíveis, constituídas por envoltórios formados por uma malha de aço com baixo teor de carbono, que é formada por uma tecnologia de dupla torção, preenchida por pedras de mão, com dimensões iguais a duas vezes e meia a maior abertura da malha do gabião.

Em geral estruturas de gabião são muito utilizadas na construção civil, pois são extremamente vantajosas do ponto de vista técnico e econômico, pois possuem um conjunto de características que são inexistentes em outras estruturas.

De acordo com Jaber (2011), estas estruturas são no geral utilizadas para contenções com uma altura máxima de até 7 metros em solos instáveis, tendo potencial para passar desta altura em superfícies mais resistentes, pode ser construído com padrão externo reto, graduado, vertical ou inclinado. Tal estrutura pode ser construída em qualquer tipo de superfície.

A construção de um muro de gabião é basicamente simples, mas mesmo assim a estrutura acabada possuirá algumas características técnicas muito importantes. Podemos considerar as estruturas de gabiões como estruturas:

- Monolítica;
- Resistente;
- Duráveis;
- Armadas;

- Flexíveis;
- Permeáveis;
- Com baixo impacto ambiental;
- Práticas e versáteis;
- Econômicas.

Para uma melhor compreensão, abaixo trataremos de cada tipo de estrutura supracitadas separadamente.

2.7.1 Monolítica

Como afirmam Finotti; Ribeiro e Tavares (2013), nos elementos de gabião, principalmente nos gabiões do tipo caixa e no colchão reno®, os elementos são entrelaçados entre si, ao longo da estrutura, utilizando de um arame que possui as mesmas características da malha que forma o gabião. Com isso forma-se um bloco homogêneo, que possui as mesmas características de resistência em qualquer parte da estrutura.

2.7.2 Resistente

Ainda segundo Finotti; Ribeiro e Tavares (2013) a tela utilizada na estrutura possui características únicas, como o aço que possui um baixo teor de carbono, e pode ainda conter um revestimento extra de PVC (Policloreto de vinila), isto confere a estrutura uma longa vida útil, até mesmo em regiões onde o índice de agressividade química é elevado. Além disso, a tela possui uma tecnologia de dupla torção que mantêm a resistência da estrutura mesmo que haja o rompimento de alguns fios. Este tipo de malha proporciona uma distribuição unificada dos esforços atuantes no mesmo, conferindo a ele uma maior resistência.

2.7.3 Duráveis

Maccaferri (2017.A) diz que, para aumentar a durabilidade dos arames utilizados na fabricação da malha, utiliza-se algumas tecnologias a fim de evitar a corrosão do mesmo, o primeiro revestimento é uma tecnologia conhecida como Galfan®, que é uma liga metálica composta por Zinco, Alumínio e Terras Raras (Zn 5Al MM), que é aplicado ao arame por meio de imersão a quente. Este tipo de revestimento é usual nos casos em que o material não

está exposto a um ambiente quimicamente agressivo, com isso a vida útil do material supera com facilidade os 50 anos. Contudo para obras em que o material está exposto a um ambiente quimicamente agressivo, sendo este urbanos ou não, em ambientes litorâneos ou em zonas com auto grau de contaminação, faz-se necessário a utilização de mais uma camada de revestimento, sendo a Galfan® + PVC (Zn 5Al MM + PVC), assim o arame acaba se tornando completamente inerte a ataques químicos. Com este tratamento podemos garantir que o material que compõem a estrutura do gabião possa se deteriorar muito lentamente, mesmo que sua utilização seja em ambientes quimicamente agressivos. Além do mais devemos considerar que com o passar dos anos o material que é depositado entre os vazios do gabião através das águas e dos ventos, com ao auxílio do crescimento das raízes das plantas, tende a consolidar ainda mais a estrutura como um todo, conferindo a ela maior estabilidade.

2.7.4 Armadas

A armadura metálica do gabião funciona com extrema eficácia a fim de resistir às solicitações das forças de tração, ou seja, a estrutura metálica não serve apenas para conter as pedras, mas também age suportando e distribuindo os esforços de tração que são gerados por cargas sobre a estrutura ou pelo recalque do solo. Estas características únicas se fazem importantes uma vez que a estrutura de gabiões pode ser assentada sobre qualquer tipo de solo. Sendo assim ela se destaca de outras estruturas de contenção que não teriam tamanho desempenho nestas situações.

2.7.5 Flexíveis

Conforme Torres Geotécnica (2017), devido sua maleabilidade a estrutura de gabião é a única que dispensa uma fundação profunda mesmo em solos mais instáveis, sendo o mesmo capaz de adaptar-se aos movimentos do solo, sem que isso lhe cause perda na resistência ou estabilidade. Tal estrutura permite um diagnóstico de colapso antecipado, pois ela se deforma aos poucos antes de chegar ao ponto de se esfacelar, permitindo assim uma manutenção antecipada evitando maiores gastos ou grandes acidentes.

2.7.6 Permeáveis

De acordo com Torres Geotécnica (2017), devido às características dos materiais utilizados na estrutura, ela possui um alto índice de permeabilidade, portanto são autodrenantes, assim evitam o empuxo hidrostático completamente sem sequer necessitar de um sistema de dreno, evitando assim maiores gastos com a instalação de drenos e sua subsequente manutenção, levando em conta que problemas de drenagem é uma das causas mais comuns em estruturas de contenção.

2.7.7 Com baixo impacto ambiental

A rapidez com que a estrutura de gabiões se integra ao meio ambiente é impressionante, os danos causados a fauna e a flora é o menor possível, um dos motivos seria o fato de ser uma estrutura autodrenante, não impondo obstáculos para águas de infiltração e percolação. Além disso, o material utilizado na construção da estrutura em sua grande parte é proveniente do próprio meio ambiente, evitando assim contaminação do meio de resíduos químicos, uma vez que a própria malha do gabião possui sua estrutura inerte.

2.7.8 Práticas e versáteis

O processo construtivo dos gabiões é bem simples, basicamente os materiais utilizados são o invólucro metálico (gabião), pedras e madeira que é utilizada como gabarito, com isso a mão-de-obra necessária para realizar a montagem e enchimento dos elementos não necessita de especialização, geralmente são serventes sob comando de um mestre de obra.

Devido ao fato dos materiais serem considerados materiais secos, esta estrutura pode ser construída sob qualquer condição do ambiente, utilizando ou não maquinários mecânicos para facilitar no processo construtivo, uma vez que a ausência dos mesmos apenas influenciaria no tempo gasto para concretizar a construção. Assim sendo, esta estrutura também pode ser construída em locais de difícil acesso.

Uma vez que se opte em utilizar máquinas para realizar o preenchimento dos invólucros, pode-se utilizar de qualquer maquinário para fazer escavações em obras de terraplanagem, isto influencia muito em sua versatilidade construtiva, uma vez que não será necessário um único maquinário específico. Caso não seja utilizado nenhum maquinário

mecânico, pode-se construir utilizando um processo de mutirão, isso graças a não necessidade de mão-de-obra específica.

A manutenção e posteriores modificação, é de fácil execução, tornando a estrutura mais versátil, a simples manutenção em telas danificadas pode ser feita através de sobreposição, onde um novo painel de tela é colocado no local danificado e fixado na antiga tela. Além disso, modificações que se fizerem necessárias, devido às mudanças hidráulicas ou do próprio comportamento estático da estrutura, são simples de realizar, algumas vezes apenas adicionando outras partes na estrutura de gabião, aumentando seu comprimento, ou até mesmo altura.

2.7.9 Econômicas

As estruturas de gabião, se comparadas a outras estruturas com a mesma resistência, apresentam um custo direto e indireto mais atrativo, além de gerar economia, tal estrutura pode ainda ser construída em etapas, se adequando ao orçamento destinado a obra naquele momento, sem influenciar na funcionalidade da estrutura, uma vez que cada parte construída entra em funcionamento imediatamente ao término de seu preenchimento, não necessitando de tempo de cura ou desforma que é o caso de muitas outras estruturas.

2.8 OS GABIÕES

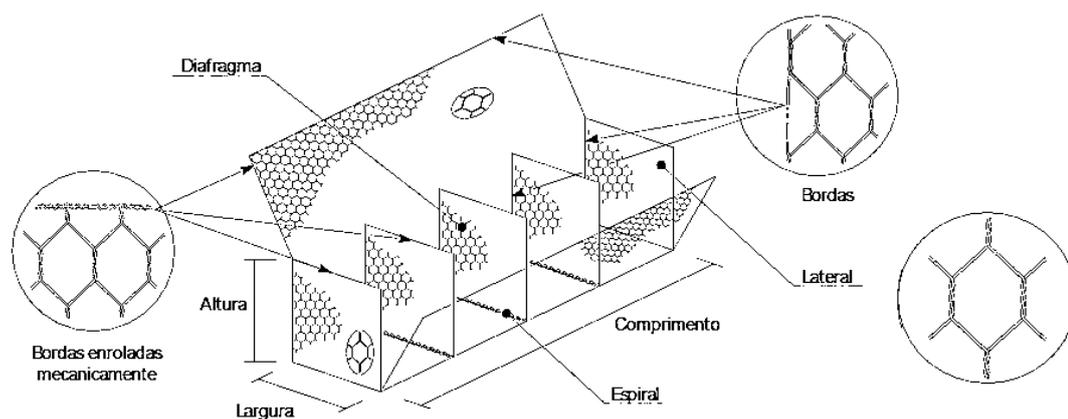
Brighetti (2001), afirma que no geral existem três tipos de estruturas de gabião, sendo estas, gabiões tipo caixa, gabiões tipo saco e gabiões do tipo colchão reno®.

São constituídos por uma malha de aço hexagonal de baixo teor de carbono, formada a partir de dupla torção, o que confere maior resistência ao material, é preenchido com pedra de mão, em geral, pedras de pedreiras ou seixos rolados com diâmetros iguais a duas vezes e meia a maior abertura da malha do gabião, as pedras devem ser dispostas no interior do invólucro de tal forma que evite sua movimentação. A dupla torção na malha de aço de baixo teor de carbono é uma exigência da norma NBR 10514, que visa uma uniformização das tensões atuantes, assim como a preservação da resistência da estrutura como um todo, mesmo no caso de rompimento de alguns fios.

2.8.1 Gabiões tipo caixa

De acordo com Brighetti (2001), os gabiões tipo caixa são elementos prismáticos retangulares formados por uma tela de aço de baixo teor de carbono, formada a partir de uma técnica de dupla torção que confere ao conjunto maior resistência, sendo usado o mesmo material para criação de gabiões tipo colchão reno® e saco, porém para a fabricação do gabião tipo caixa é usado um único pano para a tampa, a base e paredes traseira e frontal, e na fabricação são unidos painéis para as paredes laterais e para os diafragmas que por sua vez são diferentes dos diafragmas do colchão reno® que possui diafragmas duplos devido ao processo de fabricação diferente, como nas imagens a seguir.

Imagem 11 - Esquema de gabião tipo caixa



Fonte: Maccaferri (2016 B)

Imagem 12 - Estrutura de contenção em gabião tipo caixa

Fonte: Torres Geotécnica (2017)

Como relatado por Barros (2005), estruturas de gabião do tipo caixa “são as estruturas flexíveis mais adequadas para a construção de obras de contenção”. Abaixo segue a tabela criada com base nos dados fornecidos pela empresa Maccaferri que é umas das maiores fabricantes do mundo de material para obras de gabiões. Dados técnicos de especificações de resistência do material, revisão 00 de Março de 2016, em conformidade com a norma ISO 9001.

Quadro 1: Características do gabião tipo caixa GalMac® 4R-P

(continua)

PROPRIEDADES MECÂNICAS E FÍSICAS		NORMAS DE REFERÊNCIA	
Resistência a tração da malha ⁽¹⁾	kN/m	40	ISO 10319 / EN 10223-3
Resistência de conexão na borda	kN/m	25	ISO 10319 / EN 10223-3
Tensão de ruptura do arame ⁽²⁾	MPa	380 a 500 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709
Alongamento na ruptura do arame ⁽²⁾	%	13 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709
Tipo de malha		8x10	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame da malha	mm	2.4	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame de borda	mm	3.0	NBR 10514 / EN 10223-3
PROPRIEDADES DE DURABILIDADE		NORMAS DE REFERÊNCIA	
Revestimento metálico	Zn90Al10-MM		NBR 8964 / EN 10223-3
Quantidade de revestimento metálico ⁽²⁾	230 g/m ²		NBR 8964 / EN 10223-3

Quadro 1 - Características do gabião tipo caixa GalMac® 4R-P

(conclusão)

PROPRIEDADES DE DURABILIDADE		NORMAS DE REFERÊNCIA				
Aderência do revestimento metálico ⁽²⁾	De acordo com a definição das normas vigentes	NBR 8964 / ASTM A641 (Item 10)				
Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio kester nich)	Menos de 5% de oxidação do aço após 56 ciclos	EN ISO 6988 (0.2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ água)				
Resistência à névoa salina	Menos de 5% de oxidação do aço após 2000 horas de teste	EN ISO 9227				
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS GABIÕES CAIXA ⁽³⁾						
Comprimento das caixas	m	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Largura das caixas	m	1,0				
Altura das caixas	m	0,5		1,0		
Tolerância no comprimento	%	+/- 3				
Tolerância na largura e na altura	%	+/- 5				
PROPRIEDADES DO RECOBRIMENTO POLIMÉRICO ⁽⁴⁾						
Espessura mínima	mm	0,40				
Densidade	Kg/dm ³	1,30 a 1,35				
Dureza	Shore D	50 a 60				
Resistência à Tração	MPa	20,6				
Módulo de Elasticidade	MPa	18,6				
Temperatura de fragilidade	°C	-9				
Resistência à Abrasão	% de perda	< 12				

(1) Sentido paralelo às torções;

(2) Ensaio realizado a cada 3 toneladas de material produzido;

(3) Outras medidas disponíveis mediante consulta e solicitação prévia;

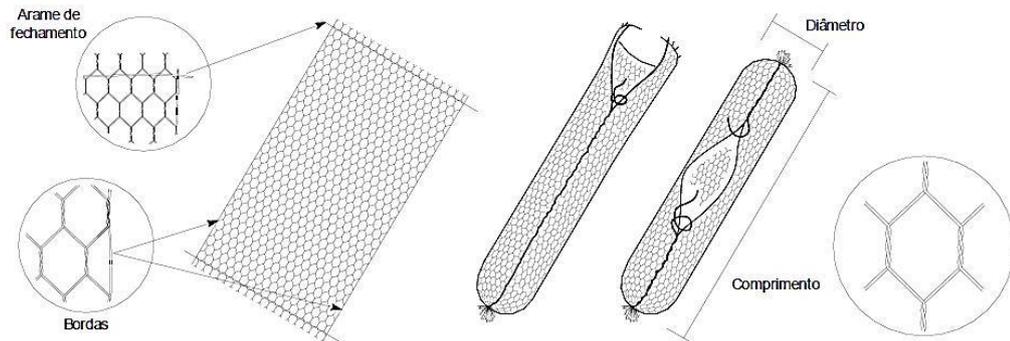
(4) Todos os valores em acordo com as Normas: NBR 8964 - 2013.

Fonte: Maccaferri (2016 B).

2.8.2 Gabiões tipo saco

Segundo Maccaferri (2016 C), os gabiões do tipo saco possuem um formato cilíndrico, são formados por uma única malha metálica hexagonal de dupla torção, possuem um arame que passa alternadamente das malhas da extremidade com a função de fazer o fechamento das laterais, o gabião tipo saco é muito versátil pela montagem ser fora do local da obra e encaixado no local de uso após estar preenchido com material pétreo, como ilustrado nas imagens abaixo.

Imagem 13 - Esquema de gabião tipo saco



Fonte: Maccaferri (2016 C)

Imagem 14 - Gabião tipo saco



Fonte: Alibaba (2017)

É mais utilizado para apoiar estruturas de contenção em solos com alta instabilidade, presença de água ou qualquer outra característica do terreno que inviabilize a montagem e enchimento in loco.

Como os sacos estão em contato direto com a água e possivelmente em ambiente agressivo, a malha produzida com arames com revestimento adicional de material plástico, que oferece uma proteção definitiva contra a corrosão.

As dimensões dos gabiões saco são padronizadas:

- O comprimento, sempre múltiplo de 1 m, varia de 1 m a 6 m;
- O diâmetro é sempre de 0,65 m;

Podem ser fabricados gabiões tipo saco de medidas diferentes das padronizadas para atender situações adversas de obras.

Segundo dados técnicos de especificações de resistência do material, revisão 00 de Março de 2016, em conformidade com a norma ISO 9001. fornecidos pela empresa

Maccaferri que é umas das maiores fabricantes do mundo de material para obras de gabiões, temos a seguinte tabela:

Quadro 2 - Características do gabião tipo saco GalMac® 4R-P

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS			NORMAS DE REFERÊNCIA			
Resistência à tração da malha ⁽¹⁾	kN/m	40	EN 10223-3			
Resistência de conexão na borda	kN/m	25	EN 10223-3			
Tensão de ruptura do arame ⁽²⁾	MPa	380 a 500 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709			
Alongamento na ruptura do arame ⁽²⁾	%	13 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709			
Tipo de malha		8x10	NBR 10514 / EN 10223-3			
Diâmetro do arame da malha	mm	2.4	NBR 10514 / EN 10223-3			
Diâmetro do arame de borda	mm	3.0	NBR 10514 / EN 10223-3			
PROPRIEDADES DE DURABILIDADE			NORMAS DE REFERÊNCIA			
Revestimento metálico	Zn90Al10-MM		UNE EN 10223/ NBR 8964			
Quantidade de revestimento metálico ⁽²⁾	230 g/m ²		NBR 8964 / EN 10223-3			
Aderência do revestimento metálico ⁽²⁾	De acordo com a definição das normas vigentes		NBR 8964 / ASTM A641 (Item 10)			
Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio kester nich)	Menos de 5% de oxidação do aço após 56 ciclos		EN ISO 6988 (0.2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ água)			
Resistência à névoa salina	Menos de 5% de oxidação do aço após 2000 horas de teste		EN ISO 9227			
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO GABIÃO SACO® GALMAC® 4R-P ⁽³⁾						
Comprimento dos painéis	m		2,0	3,0	4,0	5,0
Diâmetro do saco (após montagem)	m		0,65			
Tolerância no comprimento	%		+/- 3			
Tolerância na largura e na altura	%		+/- 5			
PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO POLIMÉRICO ⁽⁴⁾						
Espessura mínima	mm		0,40			
Densidade	Kg/dm ³		1,30 a 1,35			
Dureza	Shore D		50 a 60			
Resistência à Tração	MPa		20,6			
Módulo de Elasticidade	MPa		18,6			
Temperatura de fragilidade	°C		-9			
Resistência à Abrasão	% de perda		< 12			

(1) Sentido paralelo às torções;

(2) Ensaio realizado a cada 3 toneladas de material produzido;

(3) Outras medidas disponíveis mediante consulta e solicitação prévia;

(4) Todos os valores em acordo com as Normas: NBR 8964 - 2013.

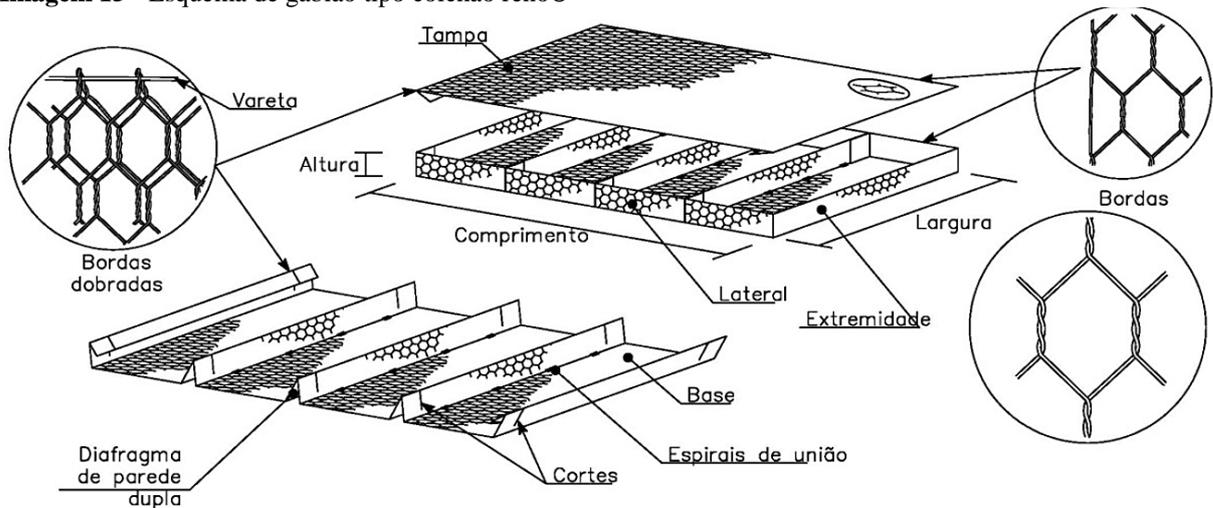
Fonte: Maccaferri (2016 C).

2.8.3 Gabiões tipo colchão reno®

Os gabiões tipo colchão Reno® são elementos prismáticos retangulares formado de malha hexagonal usando técnica de dupla torção para maximizar a resistência e até mesmo minimizar danos em caso de ruptura de algum elemento da estrutura, é feito com um aço de baixo teor de carbono em forma de paralelepípedo sendo usado o mesmo material para

criação de gabiões tipo caixa e saco, caracterizado por apresentar grande área e pequena espessura, é formado por dois elementos separados, a base e a tampa, todos feitos com malha de dupla torção, devido o elemento base ser feito em um pano único com pequenos cortes nas partes a serem dobradas, e devido a esse processo de dobragem os diafragmas possuem paredes duplas e com isto obtém maior resistência, veja na imagem abaixo.

Imagem 15 - Esquema de gabião tipo colchão reno®



Fonte: Maccaferri (2016 D)

Deve ser preenchido com material pétreo com diâmetro médio superior ao das malhas. É uma estrutura flexível adequada para obras complementares tais como plataforma de deformação para proteção de encostas, base de muros, canaletas de drenagem, revestimento de taludes, é uma estrutura que se adequa facilmente as necessidades de diversos tipos de obra, porém o principal uso é para revestimento de margens e leitos de rios ou cursos d'água.

As dimensões dos colchões Reno® são padronizadas. Seu comprimento, sempre múltiplo de 1 m, varia entre 3 m e 6 m, enquanto sua largura é sempre de 2 m. Sua espessura pode variar entre 0,17 m, 0,23 m e 0,30 m. A pedido podem ser fabricados colchões Reno® de medidas diferentes daquelas padronizadas.

Segundo uma revisão dos dados técnicos sobre resistência dos materiais apresentados pela empresa Maccaferri no mês de março de 2016, em conformidade com a norma ISO 9001, temos.

Quadro 3 - Características do gabião tipo colchão reno® GalMac® 4R-P

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS		NORMAS DE REFERÊNCIA			
Resistência à tração da malha ⁽¹⁾	kN/m	32	ISO 10319 / EN 10223-3		
Resistência de conexão na borda	kN/m	21	ISSO 10319 / EN 10223-3		
Tensão de ruptura do arame	MPa	380 a 500 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709		
Alongamento do arame na ruptura	%	13 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709		
Tipo de malha		6x8	NBR 10514 / EN 10223-3		
Diâmetro do arame da malha	mm	2.0	NBR 10514 / EN 10223-3		
Diâmetro do arame de borda	mm	2.4	NBR 10514 / EN 10223-3		
PROPRIEDADES DE DURABILIDADE		NORMAS DE REFERÊNCIA			
Revestimento metálico	Zn90Al10-MM		UNE EN 10223/ NBR 8964		
Quantidade de revestimento metálico ⁽²⁾	220 g/m ²		NBR 8964 / EN 10223-3		
Aderência do revestimento metálico ⁽²⁾	De acordo com a definição das normas vigentes		NBR 8964 / ASTM A641 (Item 10)		
Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio kester nich)	Menos de 5% de oxidação do aço após 56 ciclos		EN ISO 6988 (0.2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ água)		
Resistência à névoa salina	Menos de 5% de oxidação do aço após 2000 horas de teste		EN ISO 9227		
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS COLCHÕES RENO® GalMac® 4R-P ⁽³⁾					
Comprimento dos colchões	m	2,0	3,0	4,0	5,0
Largura dos colchões	m	0,65			
Altura dos colchões	m	0,17	0,23	0,30	
Tolerância no comprimento	%	+/- 3			
Tolerância na largura e na altura	%	+/- 5			
PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO POLIMÉRICO ⁽⁴⁾					
Espessura mínima	mm	0,40			
Densidade	Kg/dm ³	1,30 a 1,35			
Dureza	Shore D	50 a 60			
Resistência à Tração	MPa	20,6			
Módulo de Elasticidade	MPa	18,6			
Temperatura de fragilidade	°C	-9			
Resistência à Abrasão	% de perda	< 12			

(1) Sentido paralelo às torções.

(2) Ensaio realizado a cada 3 toneladas de material produzido;

(3) Outras medidas disponíveis mediante consulta e solicitação prévia.

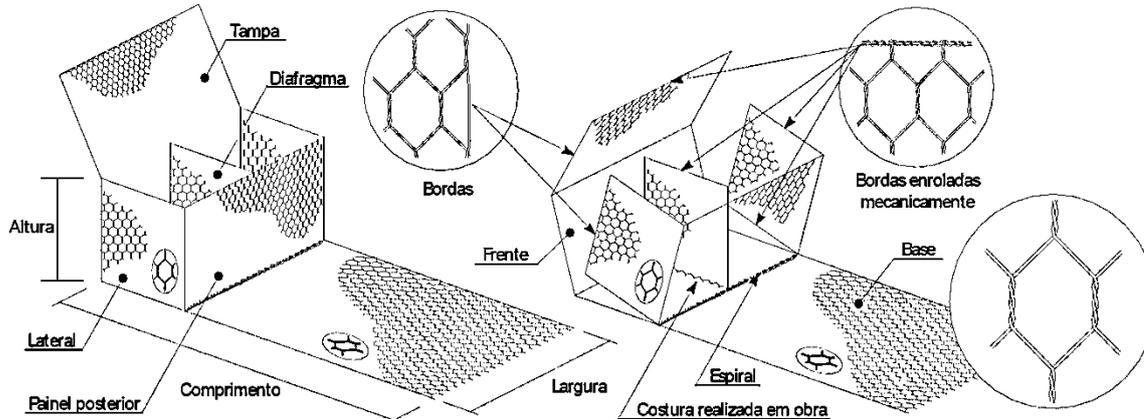
(4) Todos os valores em acordo com as Normas: **NBR 8964 - 2013**.

Fonte: Maccaferri (2016 D).

2.8.4 Terramesh® System

Os Terramesh® System são elementos prismáticos retangulares formados de malha hexagonal usando técnica de dupla torção para maximizar a resistência e até mesmo minimizar danos em caso de ruptura de algum elemento da estrutura, muito parecida frontalmente ao Gabião tipo Caixa, porém seu processo de fabricação e uso são diferentes mais a finalidade é a mesma, como demonstrado na imagem abaixo.

Imagem 16 - Esquema de Terramesh® System



Fonte: Maccaferri (2016 E)

Uma obra que retrata a eficácia deste sistema é a arena Corinthians, durante a obra da nova arena alvinegra situada no bairro de Itaquera em São Paulo(SP), foi feita uma estrutura de contenção de 14 metros de altura para criação do pátio de estacionamento na parte superior oeste do estádio, a contenção usa o Terramesh® System devido seu grande desempenho em estabilidade em muros de contenção com elevada altura.

Segundo Pedroni (2015), fazia-se necessária uma solução que fosse flexível, permitindo as acomodações no solo de fundação, resistente devido a elevada sobrecarga de tráfego do guindaste, e de execução simples e rápida, devido ao exíguo cronograma das obras, como demonstrado nas imagens abaixo.

Imagem 17 - Muro de contenção em solo reforçado, Arena Corinthians (SP).



Fonte: Pedroni (2015)

Imagem 18 - Muro de contenção em solo reforçado concluído, Arena Corinthians (SP).



Fonte: Pedroni (2015)

Segundo Maccaferri (2016 E), em seu processo de fabricação usa-se um único pano de malha para o reforço, a base, a face e a tampa do elemento frontal e ao fazer este uso maximizam a resistência da estrutura. A diferença entre o Terramesh® System para um Gabião tipo Caixa é que ao usar o Terramesh® System a estrutura ira ter apenas uma caixa em cada nível da estrutura contendo a sua calda devidamente aterrada e compactada e com isto ele se torna em determinadas obras uma solução mais prática e menos onerosa do que o Gabião tipo Caixa. Um exemplo do uso deste tipo de contenção e a Arena Corinthians situada no bairro de Itaquera, em São Paulo (SP).

Quadro 4 - Características do Terramesh® System GalMac® 4R-P

PROPRIEDADES MECÂNICAS E FÍSICAS			NORMAS DE REFERÊNCIA	
Resistência à tração da malha ⁽¹⁾	kN/m	50	ISO 10319 / EN 10223-3	
Resistência de conexão na borda	kN/m	34	ISO 10319 / EN 10223-3	
Tensão de ruptura do arame ⁽²⁾	MPa	380 a 500 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709	
Alongamento do arame na ruptura ⁽²⁾	%	13 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709	
Tipo de malha		8x10	NBR 10514 / EN 10223-3	
Diâmetro do arame da malha	mm	2.7	NBR 10514 / EN 10223-3	
Diâmetro do arame de borda	mm	3.4	NBR 10514 / EN 10223-3	
PROPRIEDADES DE DURABILIDADE			NORMAS DE REFERÊNCIA	
Revestimento metálico	Zn90Al10-MM		NBR 8964 / EN 10223-3	
Quantidade de revestimento metálico ⁽²⁾	245g/m ²		NBR 8964 / EN 10223-3	
Aderência do revestimento metálico ⁽²⁾	De acordo com a definição das normas vigentes		NBR 8964 / ASTM A641 (Item 10)	
Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio kesternich)	Menos de 5% de oxidação do aço após 56 ciclos		EN ISO 6988 (0.2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ água)	
Resistência à névoa salina	Menos de 5% de oxidação do aço após 2000 horas de teste		EN ISO 9227	
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO TERRAMESH® SYSTEM® - GalMac® 4R-P ⁽³⁾				
Comprimento dos elementos	M		4,0 ⁽⁵⁾	
Largura dos elementos	M		2,0	
Altura dos elementos	M		0,5	1,0
Tolerância no comprimento	%		+/- 3	
Tolerância na largura e na altura	%		+/- 5	
PROPRIEDADES DO RECOBRIMENTO POLIMÉRICO ⁽⁴⁾				
Espessura mínima	mm		0,40	
Densidade	Kg/dm ³		1,30 a 1,35	
Dureza	Shore D		50 a 60	
Resistência à Tração	Mpa		20,6	
Módulo de Elasticidade	Mpa		18,6	
Temperatura de fragilidade	°C		-9	
Resistência à Abrasão	% de perda		< 12	

(1) Sentido paralelo às torções.

(2) Ensaio realizado a cada 3 toneladas de material produzido;

(3) Outras medidas disponíveis mediante consulta e solicitação prévia.

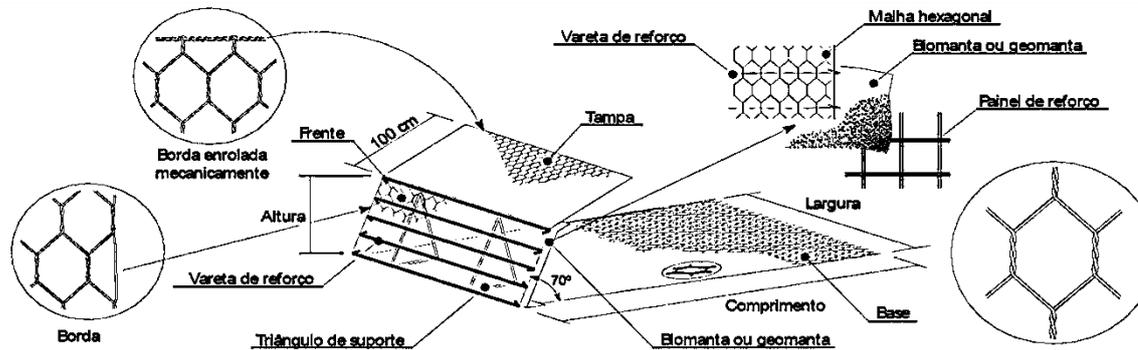
(4) Todos os valores em acordo com as Normas: NBR 8964 - 2013.

Fonte: Maccaferri (2016 E).

2.8.5 Terramesh® Verde

A estrutura de contenção de Terramesh® Verde tem o mesmo processo de fabricação, mesmos materiais e mesma função do Terramesh® System com apenas a diferença de que sua parte frontal tem a inclinação de 70° e a do Terramesh® System tem 90°, e por decorrência desta inclinação e visando maximizar a resistência neste ponto foi adicionada ao elemento frontal cinco varetas de reforço distribuídas horizontalmente em toda sua extremidade, imagem abaixo.

Imagem 19 - Esquema de Terramesh® Verde



Fonte: Maccaferri (2016 F)

Quadro 5 - Características do Terramesh® verde GalMac® 4R-P

PROPRIEDADES MECÂNICAS E FÍSICAS		NORMAS DE REFERÊNCIA	
Resistência à tração da malha ⁽¹⁾	kN/m	50	ISO 10319 / EN 10223-3
Resistência de conexão na borda	kN/m	34	ISO 10319 / EN 10223-3
Tensão de ruptura do arame ⁽²⁾	MPa	380 a 500 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709
Alongamento na ruptura do arame ⁽²⁾	%	13 – Classe A	NBR 8964/ ASTM A641/NB 709
Tipo de malha		8x10	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame da malha	mm	2.7	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame de borda	mm	3.4	NBR 10514 / EN 10223-3
PROPRIEDADES DE DURABILIDADE		NORMAS DE REFERÊNCIA	
Revestimento metálico	Zn90Al10-MM		NBR 8964 / EN 10223-3
Quantidade de revestimento metálico ⁽²⁾	245g/m ²		NBR 8964 / EN 10223-3
Aderência do revestimento metálico ⁽²⁾	De acordo com a definição das normas vigentes		NBR 8964 / ASTM A641 (Item 10)
Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio kester nich)	Menos de 5% de oxidação do aço após 56 ciclos		EN ISO 6988 (0.2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ água)
Resistência à névoa salina	Menos de 5% de oxidação do aço após 2000 horas de teste		EN ISO 9227
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO TERRAMESH® VERDE - GalMac® 4R-P ⁽³⁾			
Comprimento dos elementos	M	4,0 ⁽⁵⁾	
Largura dos elementos	M	2,0	
Altura dos elementos	M	0,60	
Inclinação do parâmetro frontal	°	45	70
Tolerância no comprimento	%	+/- 3	
Tolerância na largura e na altura	%	+/- 5	
PROPRIEDADES DO RECOBRIMENTO POLIMÉRICO ⁽⁴⁾			
Espessura mínima	mm	0,40	
Densidade	Kg/dm ³	1,30 a 1,35	
Dureza	Shore D	50 a 60	
Resistência à Tração	Mpa	20,6	
Módulo de Elasticidade	Mpa	18,6	
Temperatura de fragilidade	°C	-9	
Resistência à Abrasão	% de perda	< 12	

(1) Sentido paralelo às torções.(2) Ensaio realizados a cada 3 toneladas de material produzido;

(3) Outras medidas disponíveis mediante consulta e solicitação prévia.

(4) Todos os valores em acordo com as Normas: NBR 8964 – 2013.

Fonte: Maccaferri (2016 F).

3 ESTUDO DE CASO

3.1 SITUAÇÃO DO LOCAL ANTES DA OBRA

O local da obra encontrava-se em situação alarmante, a estação elevatória de esgoto 02 estava a ponto de ser sugada por uma enorme cratera, podendo acarretar um desastre ecológico, em função da enorme quantidade de esgoto que seria lançado no manancial sem o devido tratamento.

Em função da falta de um planejamento adequado de drenagem urbana naquela região, em épocas chuvosas o manancial Jurubatuba recebe uma imensa quantidade de água, provenientes dos bairros a montante do mesmo. A situação se torna ainda pior, quando a enorme quantidade de água que segue no fluxo do manancial passa sob a ponte na GO-330 , aumentando assim a velocidade em consequência do estreitamento provocado pela ponte.

Com isso, ao passar do tempo uma enorme erosão foi se formando, abaixo seguem imagens que ilustram tais fatos.

Imagem 20 - Cratera da margem esquerda do manancial Jurubatuba



Fonte: Autores (2017)

Imagem 21 - Cratera da margem esquerda com vista para GO-030



Fonte: Autores (2017)

Imagem 22 - Erosão a jusante da ponte



Fonte: Autores (2017)

Imagem 23 - Fluxo de água no local após a chuva.



Fonte: Autores (2017)

3.2 ALTERAÇÕES DE PROJETO

Em visita ao local foram encontrados os seguintes erros a partir da análise do projeto e a necessidade da obra:

1. A EEE02 esta dimensionada em projeto com tamanho acima do real da mesma, sendo assim, faz-se necessário à adequação do tamanho da EEE02 ao projeto.
2. O projeto inicial da obra indicava uma estrutura de comprimento de 35,85 metros totalmente retilíneos, mais uma ala a jusante de 10,83 metros. Se tal estrutura fosse executada iria obstruir completamente o leito do manancial, gerando assim a necessidade de desviá-lo, criando então um prejuízo ambiental. Para que não ocorresse tal problema ouve a necessidade de criar uma curva na estrutura, para assim poder manter o leito original do rio intacto;
3. A necessidade de criar uma estrutura a jusante da ponte para redução do impacto causado pela queda d'água. Esta estrutura evitaria o surgimento de novos processos erosivos, o que não foi previsto em projeto;
4. No projeto inicial não há nenhuma menção ao prolongamento dos dutos extravasores, principal e de emergência, isso acarretou gastos posteriores;
5. Não foi previsto em projeto uma estrutura de redirecionamento da água pluvial que chega ao manancial por meio da GO-030, caindo sobre a ala esquerda da ponte. Caso não fosse feito uma estrutura de redirecionamento poderia assim gerar um desgaste prematuro na parte interna da estrutura de gabião.
6. A necessidade da criação de uma travessa em todo o leito do manancial a jusante da estrutura, com a finalidade de evitar a erosão de seu leito.

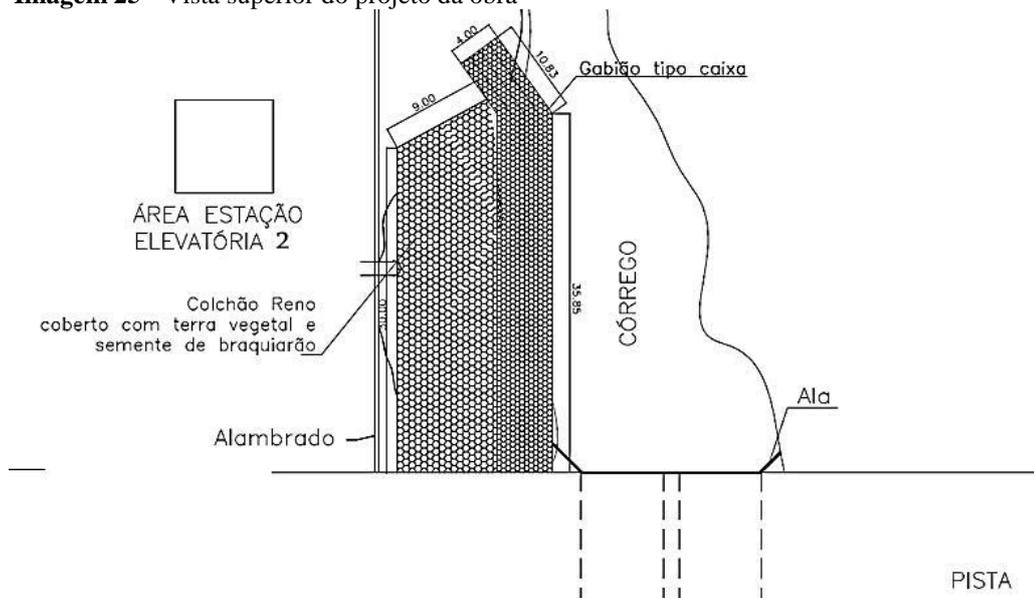
7. A necessidade de trocar parte do colchão reno® por uma estrutura de gabião do tipo saco, com a finalidade de garantir a execução do projeto de um modo seguro.

Imagem 24 - Situação antes da obra

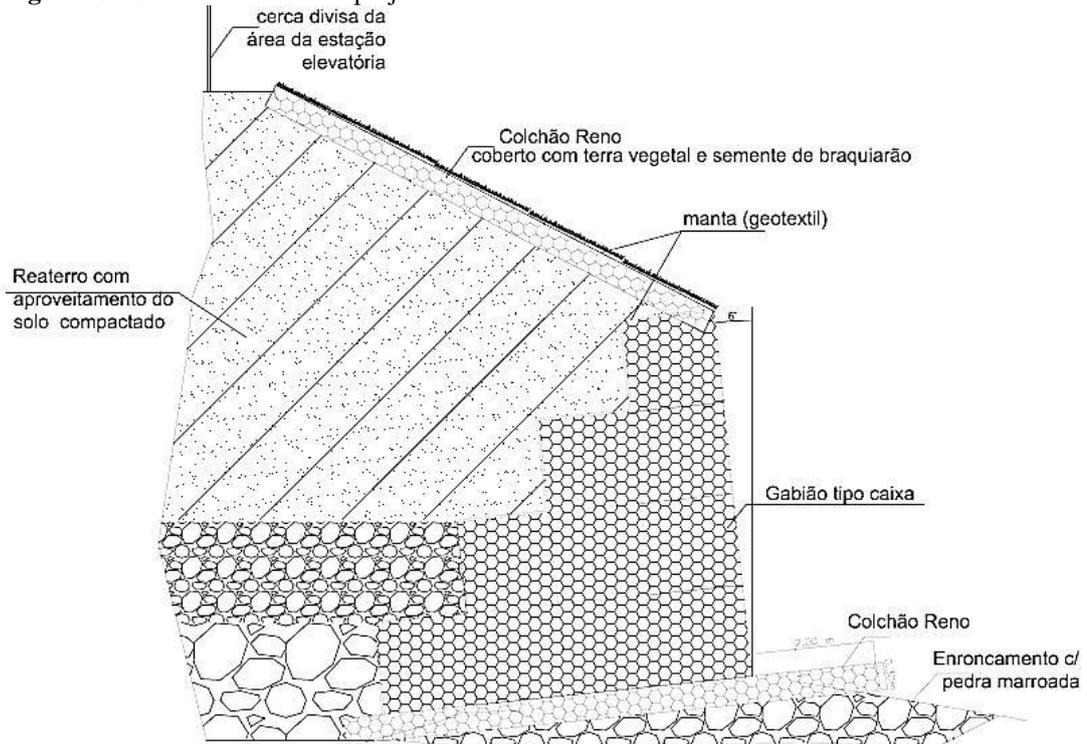


Fonte: Projeto do sistema de esgoto sanitário, recuperação, interceptor área EEE02

Imagem 25 - Vista superior do projeto da obra



Fonte: Projeto do sistema de esgoto sanitário, recuperação, interceptor área EEE02

Imagem 26 - Corte transversal do projeto

Fonte: Projeto do sistema de esgoto sanitário, recuperação, interceptor área EEE02

3.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETO

Mediante a urgência em executar a contenção, a fim de manter a integridade da EEE02, algumas estruturas de contenção foram analisadas e recusadas pelos seguintes motivos:

1. Muro Atirantado:
 - Não havia espaço suficiente para perfurar utilizando trado hidráulico para inserção dos tirantes, além da necessidade de realizar outro processo construtivo para prevenir novos processos erosivos no leito do manancial;
 - Um maior gasto com maquinários e mão-de-obra especializada.

2. Muros de “Crib Wall” (contenção de muro em fogueira):
 - A execução poderia gerar abalos, com risco de gerar danos a estrutura da EEE02.
 - Um alto custo devido ao valor dos materiais e mão-de-obra especializada.

3. Muros de saco de solo cimento:

- Estrutura não atende com eficiência obras em regiões com alto volume de água.

4. Muros de Pneus.

- Estrutura não atende com eficiência obras em regiões com alto volume de água.

Mediante estes fatos, a estrutura de contenção do tipo gabião, mostrou-se a mais adequada para este caso, devido a velocidade de seu processo construtivo, gerar poucos danos ao ambiente, conter tanto o assoreamento da margem quanto o assoreamento do leito, podendo ser executado em pequenos espaços, processo construtivo simplificado além de baixo custo de sua execução.

3.4 EQUIPE DE SERVIÇO

A equipe da obra contou com um total de 10 trabalhadores, sendo os mesmos, 2 serventes, 1 meio oficial, 1 motorista, 2 gabionistas, 1 encarregado de gabião, 1 operador de escavadeira hidráulica, 1 administrativo de obra e 1 engenheiro civil.

3.5 MOBILIZAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.

A obra contava com as seguintes máquinas, equipamento e veículos:

- 1 escavadeira hidráulica da marca new holland, modelo E-215B;
- 1 caminhão ford modelo F-14000;
- 1 compactador de solo tipo sapo, modelo Wacker Neuson com 3cv de potência.

Todos os equipamentos foram mobilizados até o canteiro de obra, onde permaneceram até o término da mesma.

3.6 LIMPEZA DO CANTEIRO DE OBRA

O canteiro teve sua limpeza feita utilizando-se da escavadeira hidráulica, com ajuda de ferramentas de mão para a limpeza em locais de difícil acesso.

Imagem 27 - Canteiro sendo limpo com escavadeira hidráulica.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 28 - Vista superior do local do canteiro de obras em referência a EEE02.



Fonte: Google Maps (2017)

3.6.1 Limpeza Mecanizada

Para remoção da vegetação e limpeza de faixa, foi utilizado a escavadeira hidráulica, com finalidade de agilizar o processo de regularizar e compactar o solo e garantir um fácil acesso para fornecimento de matéria prima e a logística do canteiro de obra.

3.6.2 Limpeza Manual

A limpeza manual, se deu apenas em locais de difícil acesso e próximos a edificações vizinhas, onde a utilização da escavadeira hidráulica poderia acarretar em danos ao patrimônio de terceiros ou ao meio ambiente.

3.6.3 Movimentação de terra

O processo de terraplanagem do canteiro de obras, gerou uma determinada quantidade de terra, que teve de ser armazenada em uma área para ser utilizada futuramente, parte desta terra que continha um alto volume de matéria orgânica teve de ser descartado em forma de bota-fora.

3.7 BOTA-FORA

O processo de limpeza do canteiro de obras e a abertura do acesso para o local da obra, gerou um volume considerável de material com um alto volume de matéria orgânica, impossibilitando o mesmo de ser utilizado no decorrer da obra, gerando assim a necessidade de seu descarte.

Todo o material que foi retirado do canteiro em forma de bota-fora foi destinado ao aterro sanitário de Anápolis.

3.8 ESTOCAGEM DE MATERIAIS

Uma das características deste modelo de contenção de erosões, se dá pelo fato de depender de uma baixa variedade de materiais, sendo os mesmos:

- Pedra Marroada;
- Cascalho;
- Gabião tipo colchão reno® Zn/Al Galfan + PVC 06x08 tamanhos (3x2x0.3, 4x2x0.3, 5x2x0.3);
- Tampa para colchão reno® Zn/Al Galfan + PVC 06x08 tamanhos (3x2, 4x2, 5x2);

- Gabião tipo caixa Zn/Al Galfan + PVC tamanhos (1,5x1x1, 2x1x1, 3x1x1, 1, 4x1x1, 5x1x1, 5x1,5x1);
- Gabião tipo saco Zn/Al Galfan + PVC;
- Arames galvanizado 14 BWG com revestimento PVC de acordo com NBR-5589;
- Mactex n 40.2 Geotextil não tecido conforme NBR-9952;
- Arame recozido para fixação dos gabaritos;
- Madeira (utilizada nos gabaritos).

Os materiais supracitados ficaram depositados no canteiro de obras, sem qualquer tipo de proteção contra intempéries, pois a composição dos mesmo não gerava tau necessidade.

Imagem 29 - Armazenamento de pedras para o preenchimento de gabões



Fonte: Autores (2017)

Imagem 30 - Armazenamento de telas de gabiões, arames, manta geotextil e madeiras.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 31 - Armazenamento de solo utilizado no reaterro e em outras etapas.



Fonte: Autores (2017)

3.9 ABERTURA DE ACESSO AO LOCAL DA OBRA

O leito do manancial Jurubatuba encontrava-se muito assoreado, para que a escavadeira hidráulica e os colaboradores pudessem chegar ao local da obra em segurança, fez-se necessário a criação de uma rampa de acesso que interligava o canteiro diretamente ao local da obra.

A rampa foi modelada de forma a ter uma grande dimensão longitudinal e uma baixa inclinação, facilitando assim o acesso da escavadeira hidráulica, gerando um menor risco de acidentes.

A criação da rampa gerou uma enorme quantidade de terra, a qual enviada para um local no canteiro onde foi armazenada para posteriormente ser utilizada na obra.

Imagem 32 - Processo de abertura do acesso para início da obra.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 33 - Processo de abertura do acesso para início da obra.



Fonte: Autores (2017)

3.10 SERVIÇOS PRELIMINARES

Antes do início da obra, foram necessários a execução de dois serviços preliminares, sendo eles:

1. Enrocamento de todo o leito do manancial onde havia uma cratera este processo, consumiu a imensa quantidade de 312,00 m³ de pedra marroada, não prevista no projeto e orçamento.
2. Corte de talude para locação da estrutura. Para seguir a locação da estrutura da obra, foi preciso fazer cortes na talude, tanto para manter a estrutura em seu local previsto em projeto quanto para evitar desvios do leito do manancial (Imagem 34 e 35)

Imagem 34 - Cortes feitos na margem para o correto posicionamento da estrutura.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 35 - Cortes feitos na margem para o correto posicionamento da estrutura.



Fonte: Autores (2017)

3.11 ENROCAMENTO

O enrocamento consiste em uma técnica aprimorada que visa dar estabilidade para o solo ao qual receberá a estrutura de contenção do tipo gabião, seu processo executivo é simples, com o auxílio da escavadeira hidráulica as pedras marroadas são colocadas no local onde será construída a estrutura e compactadas com o auxílio da própria escavadeira hidráulica, até que as mesmas fiquem estáveis.

Para a obra em questão foi pedido uma largura mínima de 8,00 metros, com a finalidade de deixar uma área sobressalente de aproximadamente 2,00 metros do próximo processo construtivo que é o colchão Reno®. Mediante exigências de projeto e visando garantir a eficiência da estrutura, esta etapa construtiva inicia o processo de inclinação que será utilizado na etapa de gabião tipo caixa.

Imagem 36 - Execução do enrocamento com pedras marroadas.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 37 - Enrocamento concluído.



Fonte: Autores (2017)

3.12 GABIÃO TIPO SACO

Gabião tipo saco, tem como sua principal característica a forma cilíndrica, sendo de fácil processo construtivo por ser constituído de apenas uma malha, ele é muito utilizado nas regiões que compõem a base da estrutura, principalmente em locais que possa haver risco de desmoronamento. Devido sua característica de poder ser montado e preenchido fora do local da obra e posteriormente ser transportado até o local de utilização.

Na obra analisada, devido a grande proximidade da EEE02, os taludes tiveram seu corte feito em 90°(graus) gerando assim um risco de desmoronamento. Nesta região era previsto em projeto a utilização de colchão reno®, mas para primar a segurança dos colaboradores da obra, houve uma alteração do tipo de gabião a ser utilizado, passando do colchão reno® para o gabião tipo saco.

Os gabiões tipo saco foram montados no canteiro de obras (Imagem 38) e posteriormente levados para o local de sua utilização com o auxílio da escavadeira hidráulica

Este tipo de estrutura pode ser utilizado como estrutura de fundação. No projeto os gabiões tipo saco foram alocados de forma a exercer esta função. Em projeto tal estrutura foi prevista com um transpasse de 2,00 metros sobressalentes para o leito do manancial (Imagem 39), gerando assim uma largura de 6 metros da estrutura de colchão reno® que foi dividido em 4,00 metros para locação da próxima estrutura (gabião tipo caixa) e 2,00 metros disposto como dispositivo de segurança, protegendo a estrutura se houver um processo erosivo que venha e remover as pedras do enrocamento depositadas sob o leito do manancial.

Imagem 38 - Gabiões tipo saco montados no canteiro de obras.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 39 - Gabiões tipo saco montados em seus devidos lugares.



Fonte: Autores (2017)

O processo de montagem é simples e não necessita a utilização de gabaritos, pode ser montado fora do local da obra e posteriormente deslocado ao local de utilização, seu processo de montagem segue os seguintes passos:

1. Desdobramento do gabião tipo saco sobre uma estrutura rígida e plana;
2. Enrolar a tela até que se forme um cilindro, costurando 30 centímetros a partir da extremidade, alternando-se entre uma volta simples e uma dupla a cada 10 centímetros;
3. Fixar uma das extremidades do arame de fechamento grosso e puxar a outra extremidade;
4. Enrolar o restante do arame grosso de fechamento ao redor da tela, assim fechando a extremidade do saco;
5. Colocar tirantes perimetrais a cada metro para evitar deformações;

6. Preencha com pedras marroadas iniciando nas extremidades em direção ao centro;
7. Após o enchimento, feche o gabião tipo saco utilizando do mesmo processo de costura mencionado no item 2;
8. Caso o gabião tipo saco tenha sido montado fora do local da obra, o mesmo devera ser içado, com auxílio de maquinários hidráulicos e posicionado no devido local na obra.;

3.13 GABIÃO TIPO COLCHÃO RENO® INFERIOR

O gabião tipo colchão reno® é constituído de elementos prismáticos retangulares e tem como principal característica apresentar grande área e pequena espessura.

Nesta etapa da obra, foi disposta uma estrutura de colchão reno® em toda a extensão da obra, com uma inclinação que inicia-se em 0% na extremidade interna e finaliza-se com 6% a 4 metros, na face externa da estrutura onde será disposto os gabiões tipo caixa.

Para execução desta etapa, foram utilizados 26 unidades de colchão reno®, sendo cada unidade com as seguintes dimensões, 6,00 metros de comprimento, 2,00 metros de largura e 0,30 metros de altura. Além de uma unidade de colchão reno® de 4,00 metros de comprimento, 2,00 metros de largura e 0,30 metros de altura. Sendo as mesmas dispostas da seguinte forma:

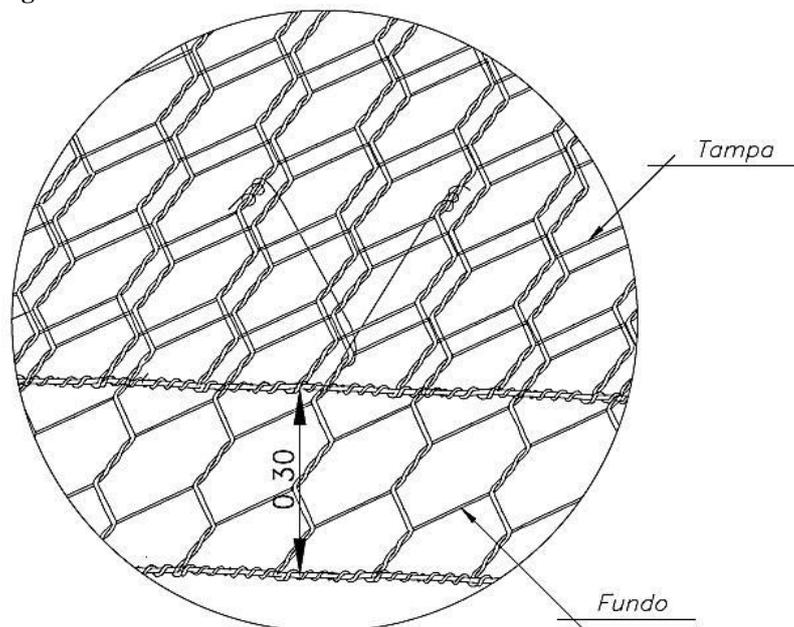
1. Estrutura principal de gabião:
 - 24 unidade com dimensão, 6,00 x 2,00 x 0,30 gerando 288,00 m² ou 86,4 m³;
 - 1 unidade com dimensão 4,00 x 2,00 x 0,30 gerando 8,00 m² e 2,4 m³.
2. Queda d'água:
 - 2 unidade de 6,00 x 2,00 x 0,30 gerando 24,00 m² ou 7,20 m³;

O total de pedras marroadas utilizadas nesta etapa foi de 320,00 m² ou 96,00 m³. Em projeto foi previsto um consumo de pedra marroada total, entre colchão reno® inferior e superior, que tem seus paramentos comparativos tratado no tópico 4.18 deste.

O processo de montagem é simples e não necessita a utilização de gabaritos, o colchão reno® pode ser montado em canteiro de obra e preenchido após ser depositado no local da obra, seu processo de montagem segue os seguintes passos:

1. Desdobramento do colchão sobre uma estrutura rígida e plana;
2. Dobrar os diafragmas das paredes duplas;
3. Arrumar os diafragmas que ficaram abertos;
4. Levantar as paredes;
5. Costurar as paredes frontais, os diafragmas e as paredes laterais, salientando que todas as costuras são feitas alternando-se entre uma volta simples e uma dupla a cada 10 centímetros;
6. Em caso dos processos anteriores tenham sido feitos no canteiro de obras, transportar a estrutura para o local da obra;
7. Unir os colchões reno® vazios costurando-os ao longo das bordas em contato, seguindo o mesmo método de costura citado na etapa 5;
8. Colocar dois tirantes verticais a cada 1,00 m² para unir a tampa ao fundo;
9. Preencha o colchão reno® com pedra marroada organizadas a mão;
10. Insira as tampas e costure as bordas superiores das paredes e dos diafragmas aos tirantes.

Imagem 40 - Tirantes verticais.



*Tirantes verticais unindo a tampa e o fundo
(Dois a cada metro quadrado)*

Fonte: Projeto do sistema de esgoto sanitário, recuperação, interceptor área
EEE02

Imagem 41 - Processo de montagem do gabião tipo reno® (preenchimento com pedra marroada).



Fonte: Autores (2017)

Imagem 42 - Processo construtivo do gabião tipo reno® (fechamento de tampas).



Fonte: Autores (2017)

3.14 GABIÃO TIPO CAIXA

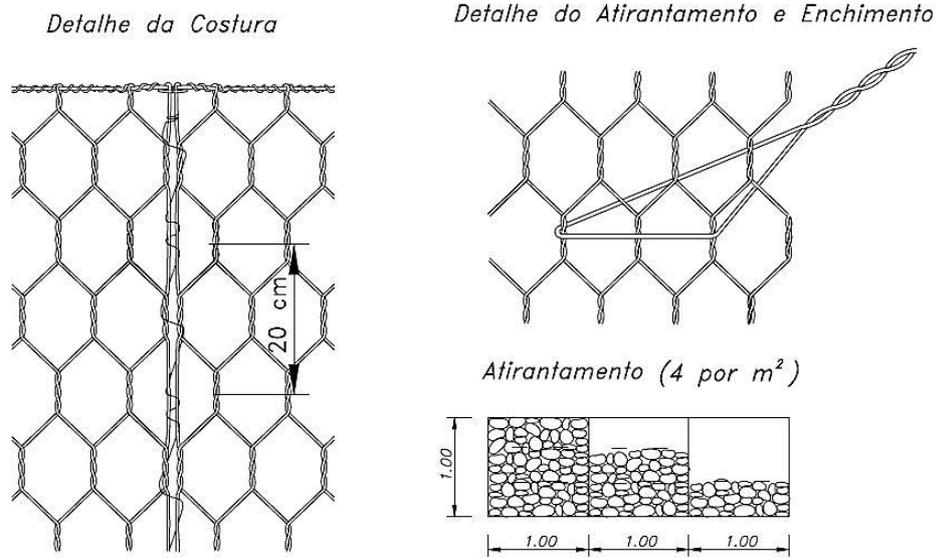
O gabião tipo caixa é composto de elementos prismáticos retangulares, como já mencionado por Barros (2005) os gabiões tipo caixa “são as estruturas flexíveis mais adequadas para a construção de obra de contenção”.

O processo de execução desta etapa consiste em quatro níveis, dispostos em projeto, que somados geram uma estrutura de 4,00 metros de altura, 46,00 metros de comprimento e sua largura é variável em cada nível sendo o primeiro nível de 4,00 metros e o último nível com apenas 1,00 metro (conforme imagem 26).

O processo de montagem é simples e nesta etapa se faz necessário o uso de gabaritos, com a finalidade de garantir a homogeneidade da estrutura e inclinação exigida em projeto. O gabião tipo caixa pode ser montado em canteiro de obra e preenchido após ser depositado no local da obra, seu processo de montagem segue os seguintes passos:

1. Desdobre o gabião sobre uma estrutura rígida e plana;
2. Levante as laterais e diafragmas para formar uma caixa;
3. Junte os cantos superiores com os arames grossos que saem do mesmo, sugestão de uso de um alicate de 10”;
4. Fixe o arame de amarração na parte inferior da junção dos cantos e costure-os alternando voltas simples e duplas a cada 20 centímetros;
5. Em caso dos processos anteriores tenham sido feitos no canteiro de obras, transportar a estrutura para o local da obra;
6. Costure vários gabiões caixa em grupos, costurando entre si, sempre com o mesmo tipo de costura;
7. Posicionar gabaritos de madeira, amarrados as caixas com arames recozidos;
8. Preenchimento em 3 partes, sendo cada uma 1/3 do volume total, tomando o cuidado de não preencher uma caixa sem que a caixa ao lado esteja parcialmente preenchida ;
9. Quando preenchido a primeira parte, colocam-se 2 tirantes devidamente divididos na dimensão da caixa (cada tirante será amarrado ao longo de 20 centímetros na face posterior e anterior, e no interior da caixa, será usado uma técnica de dupla torção para em caso de ruptura de um dos fios não perca sua função, como mostrado na imagem !!!!)
10. Quando preenchido a segunda parte, colocam-se 2 tirantes devidamente divididos na dimensão da caixa como já citado no item 9;
11. Preencher a terceira parte da caixa;
12. Dobrar a tampa e amarrar com o mesmo tipo de costura já citado no item 4.

Imagem 43 - Detalhe de costura, atirantamento e enchimento.



Fonte: Projeto do sistema de esgoto sanitário, recuperação, interceptor área EEE02

Imagem 44 - Detalhe da utilização dos gabaritos de madeira.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 45 - Amarração de caixas ao nível inferior e fixação de gabaritos.



Fonte: Autores (2017)

Para execução desta etapa, foram utilizados um total de 153 unidades de gabião tipo caixa, sendo 30 unidade com as seguintes dimensões, 5,00 metros de comprimento, 1,00 metros de largura e 1,00 metros de altura, outras 12 unidade com as seguintes dimensões, 5,00 metros de comprimento, 1,50 metros de largura e 1,00 metros de altura, outros 8 unidade com as seguintes dimensões, 4,00 metros de comprimento, 1,00 metros de largura e 1,00 metros de altura, outros 31 unidade com as seguintes dimensões, 3,00 metros de comprimento, 1,00 metros de largura e 1,00 metros de altura e outros 14 unidade com as seguintes dimensões, 2,00 metros de comprimento, 1,00 metros de largura e 1,00 metros de altura além de 58 unidade de colchão reno® de 1,50 metros de comprimento, 1,00 metros de largura e 1,00 metros de altura. Sendo as mesmas dispostas da seguinte forma:

1. Travessa no leito do manancial:
 - 1 unidade com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 5,00 m³
2. Primeiro nível:
 - 2.1. Estrutura principal:
 - 12 unidades com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 60,00 m³
 - 4 unidades com dimensão, 4,00 x 1,00 x 1,00 gerando 16,00 m³
 - 28 unidades com dimensão, 3,00 x 1,00 x 1,00 gerando 84,00 m³
 - 9 unidades com dimensão, 2,00 x 1,00 x 1,00 gerando 18,00 m³
 - 2.2. Queda D'água:
 - 3 unidades com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 15,00 m³

O primeiro nível do gabião tipo caixa e composto por 46,00 metros de comprimento, 4,00 metros de largura e 1,00 metro de altura. Durante a execução do mesmo, foi seguido a inclinação de 6% previsto em projeto. Esta estrutura utilizou 193,00 m³ de pedra marroada.

3. Segundo nível:

3.1. Estrutura principal:

- 12 unidades com dimensão, 5,00 x 1,50 x 1,00 gerando 90,00 m
- 4 unidades com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 20,00 m
- 1 unidade com dimensão, 4,00 x 1,00 x 1,00 gerando 4,00 m
- 2 unidades com dimensão, 3,00 x 1,00 x 1,00 gerando 6,00 m
- 10 unidades com dimensão, 1,50 x 1,00 x 1,00 gerando 15,00 m

3.2. Queda D'água:

- 2 unidades com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 10,00 m

O segundo nível do gabião tipo caixa e composto por 46,00 metros de comprimento, 3,00 metros de largura e 1,00 metro de altura. Durante a execução do mesmo, foi seguido a inclinação de 6% previsto em projeto. Esta estrutura utilizou 145,00 m³ de pedra marroada.

4. Terceiro nível:

4.1. Estrutura principal:

- 6 unidades com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 30,00 m
- 3 unidades com dimensão, 4,00 x 1,00 x 1,00 gerando 12,00 m
- 1 unidade com dimensão, 3,00 x 1,00 x 1,00 gerando 3,00 m
- 5 unidades com dimensão, 2,00 x 1,00 x 1,00 gerando 10,00 m
- 24 unidades com dimensão, 1,50 x 1,00 x 1,00 gerando 36,00 m

O terceiro nível do gabião tipo caixa e composto por 46,00 metros de comprimento, 2,00 metros de largura e 1,00 metro de altura. Durante a execução do mesmo, foi seguido a inclinação de 6% previsto em projeto. Esta estrutura utilizou 91,00 m³ de pedra marroada.

5. Quarto nível:

5.1. Estrutura principal:

- 2 unidades com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 10,00 m
- 22 unidades com dimensão, 1,50 x 1,00 x 1,00 gerando 36,00 m

O quarto nível do gabião tipo caixa e composto por 46,00 metros de comprimento, 1,00 metros de largura e 1,00 metro de altura. Durante a execução do mesmo, foi seguido a inclinação de 6% previsto em projeto. Esta estrutura utilizou 46,00 m³ de pedra marroada

6. Estrutura de direcionamento da água pluvial:
 - 1 unidade com dimensão, 5,00 x 1,00 x 1,00 gerando 2,50 m

No projeto estava previsto um consumo de 450,00 m³ de pedra marroada, se compararmos com os valores reais utilizados em obra que foi de 482,5 m³ temos uma diferença de 32,50 m³. Esta diferença se deu pelo acréscimo das estruturas de queda d'água, travessa e direcionamento de água pluvial, que não haviam sido previstas em projeto e no orçamento da obra, contudo se estas modificações não houvessem sido feitas o orçamento mostraria uma incrível precisão.

3.15 APLICAÇÃO DE MANTA GEOTÊXTIL INTERNA

A manta geotêxtil é utilizada para impedir a entrada de resíduos sólidos no interior da estrutura.

Na obra ela foi utilizada para proteger toda a parte interna da estrutura de gabião tipo caixa, disposta de uma forma a servir como barreira, protegendo a estrutura, evitando que resíduos da terra do reaterro entrassem em seu meio, mantendo assim a permeabilidade da estrutura (imagem 43).

Imagem 46 - Aplicação da manta Geotêxtil na parte interna do gabião.



Fonte: Autores (2017)

A fixação da manta geotêxtil na estrutura se dá por meio de amarrações feitas com arame, isso se faz necessário para que não haja o deslocamento da mesma no ato do reaterro ou compactação do solo.

Para a execução deste processo foram utilizados 336,00 m² de manta geotêxtil.

3.16 REATERRO

O reaterro localizado entre a estrutura de gabião e a EEE02 se deu utilizando a terra que foi removida e armazenada no início da obra e parte adquirida em “áreas de empréstimo” da região.

Sua compactação, seguindo normas do projeto e do próprio equipamento utilizado para execução se deu em camadas de 20 centímetros, gerando assim 21 camadas ao final da compactação. Salientando que para a total eficiência durante o processo de compactação o solo teve que ser frequentemente humedecido, todo este processo gerou aproximadamente 384 m³ de terra compactada.

Imagem 47 - Depositando a terra atrás da estrutura de contenção.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 48 - Compactação do solo usando do compactador tipo sapo.



Fonte: Autores (2017)

3.17 COLCHÃO RENO® SUPERIOR

Nesta etapa, foi disposta uma estrutura sobre a compactação do solo descrita em 4.18, que foi executada com 30,00 metros de comprimento e 4,00 metros de largura e 0,30 metros de altura ao lado da EEE02. Esta estrutura foi disposta de acordo com o projeto, mantendo uma inclinação que liga o nível da EEE02 e a estrutura de contenção.

Para execução desta etapa, foram utilizados 10 unidades de colchão reno®, sendo cada unidade com as seguintes dimensões, 5,00 metros de comprimento, 2,00 metros de largura e 0,30 metros de altura. Ao final esta estrutura consumiu um total de 120,00 m² ou 36,00 m³.

Seu processo de montagem segue o mesmo princípio do item 3.15.

Imagem 49 - Preenchimento do gabião tipo colchão reno®.



Fonte: Autores (2017)

Para o projeto foram previsto um consumo de 180,30 m³ de pedra marroada para o colchão reno® superior e inferior, já na execução desta parte foram consumidos 132,00 m³, levando em consideração a soma do colchão reno® superior e inferior, isso proporcionou uma sobra de 48,30 m³ de pedra marroada.

3.18 APLICAÇÃO DE MANTA GEOTÊXTIL SUPERIOR

A manta geotêxtil é utilizada para impedir a entrada de resíduos sólidos no interior da estrutura.

Na obra ela foi utilizada para proteger toda a parte interna da estrutura de gabião tipo colchão reno®, disposta de uma forma a servir como barreira, protegendo a estrutura, evitando que resíduos da terra disposta posteriormente entrassem em seu meio, mantendo assim a permeabilidade da estrutura (imagem 47).

Imagem 50 - Cobertura do colchão reno® com manta geotêxtil.



Fonte: Autores (2017)

A fixação da manta geotêxtil na estrutura se dá do mesmo modo já citado no item 4.17. Para a execução deste processo foram utilizados 120,00 m² de manta geotêxtil.

No projeto foram previsto um total de 648,00 m² de manta geotêxtil, tanto para a parte interna quanto para esta parte superior. Contudo na execução foi utilizada uma quantia de 456,00 m² no total, gerando uma sobra de 192,00 m².

3.19 COBERTURA COM TERRA VEGETAL

Em projeto foi previsto um cobrimento acima da manta geotêxtil com terra vegetal e sementes de braquiário, porém a semente de braquiário não havia sido citada no orçamento da obra, por tal motivo apenas a cobertura com terra vegetal foi executado, ficando de comum acordo entre a contratante e a contratada que posteriormente a contratante executaria tal serviço.

A cobertura com terra vegetal foi feita com o auxílio da escavadeira hidráulica, sendo a mesma espalhada com ajuda de ferramentas manuais, mantendo uma espessura média de 10 centímetros. Nesta etapa foi utilizado cerca de 12,00 m³ de terra.

Imagem 51 - Disposição da terra com auxílio de escavadeira hidráulica.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 52 - Espalhamento da terra com auxílio de ferramentas manuais.



Fonte: Autores (2017)

3.20 ALAMBRADO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Para iniciar o processo construtivo, parte do alambrado de proteção da EEE02 teve de ser removido, pois o mesmo estava com sua estrutura comprometida e gerava risco de acidentes.

Como tal estrutura fazia parte da EEE02 e foi removida pela empresa contratada ela fez sua reposição ao término da obra, mesmo que esta parte não tenha entrado no orçamento do projeto.

Para tal estrutura foram gastos 10 estacas de concreto de 2,20 metros, 300 unidade de blocos cerâmicos e 300 metros de arame farpado, distribuídos ao longo de 11 segmentos. Isso tudo gerou uma estrutura de 25 metros de comprimento (imagem 48).

Imagem 53 - Novo alambrado da EEE02.



Fonte: Autores (2017)

3.21 DISSIPADOR DE VELOCIDADE (TRAVESSA).

Este item não foi previsto em projeto nem foi citado no orçamento da obra, porém após uma análise do impacto causado pela água em tempos chuvosos, a contratada julgou necessário a criação desta estrutura para evitar que o impacto causado pela água viesse a danificar a fundação do gabião através de um processo erosivo.

Tal estrutura está disposta a jusante da estrutura de gabião, no mesmo nível de início da ala inferior, reduzindo o impacto e a velocidade da água ao sair da estrutura.

Imagem 54 - Dispersor de Velocidade (travessa).



Fonte: Autores (2017)

3.22 LEITO DIREITO DO RIO

Após a conclusão de todos os serviços relacionados a obra de contenção da margem esquerda e devido aos danos causados a margem direita, se fez necessário a recuperação desta margem, e limpeza do leito do ribeirão, garantindo que não houvesse modificação no percurso do leito original. Este processo foi feito com o auxílio da escavadeira hidráulica, retirando toda a terra utilizada como passarela para a mesma e depositando-a de forma escalonada onde havia o corte para acesso da obra. Outras partes da margem que haviam se danificado pelo processo erosivo ao longo do tempo também tiveram sua estrutura reconstruída, dispostas em um ângulo aproximado de 45°.

Imagem 55 - Recondicionamento da margem direita do manancial.



Fonte: Autores (2017)

3.23 SITUAÇÕES ADVERSAS

Ao longo da execução da obra, algumas situações adversas aconteceram, dificultando ou retardando o processo construtivo.

3.23.1 Atraso de matéria prima

A obra esteve parada por aproximadamente uma semana em função da falta de pedra marroada. O motivo desta falta se deu pelo fato da fornecedora não ter caminhões suficientes para o fornecimento e ao fato do britador da mesma ter apresentado defeito.

A empresa responsável em fornecer as pedras marroadas situada em Anápolis, mediante aos transtornos provocados a obra, tornou-se inviável para a obra. A contratante refez a cotação do material e por decorrência a troca por um fornecedor capaz de suprir as necessidades da obra.

3.23.2 Prolongamento dos dutos extravasores da EEE02.

Devido a um erro de dimensionamento no projeto, os dutos condutores que saem da EEE02, tanto o principal quanto o de emergência não foram previstos, acarretando em um gasto extra além de um pequeno atraso.

Imagem 56 - Visão do duto extravasor principal.



Fonte: Autores (2017)

3.23.3 Desmoronamento

No dia seguinte ao corte do talude, houve um desmoronamento, gerado pela falta de compactação do solo sob a EEE02, esta desmoronamento gerou um atraso no processo construtivo e um ônus não previsto em orçamento, uma vez que teve de ser feito uma contenção provisória de madeira e posteriormente a remoção da terra.

Imagem 57 - Desmoronamento e contenção de madeira.



Fonte: Autores (2017)

Imagem 58 - Continuação da obra após remoção da terra.



Fonte: Autores (2017)

3.23.4 Estrutura de direcionamento de água pluvial

Devido ao alto volume de água proveniente da chuva que deságua sobre ala da ponte, proveniente da GO-330, se deu a necessidade de direcioná-la de forma correta para o manancial, esta estrutura foi construída a partir de um gabião tipo caixa, cortado de forma a se adequar a necessidade do local. Sendo que onde haverá o contato direto com a água pluvial, foi executado uma canaleta em pedra argamassada. Todo este processo gerou um gasto não calculado no orçamento, além de uma maior demora na finalização da obra.

Imagem 59 - Estrutura de direcionamento de água pluvial.



Fonte: Autores (2017)

3.23.5 Interrupções causadas pelo mau funcionamento da EEE02

A EEE02 apresentou alguns defeitos durante o período da obra, os mesmos geravam um fluxo de esgoto pelos extravasores que vinham a atrapalhar ou até mesmo a interromper a execução dos serviços.

Imagem 60 - Fluxo de esgoto saindo no extravasador principal.



Fonte: Autores (2017)

3.23.6 Danos causados pela chuva

Por se tratar de uma obra emergencial, não houve a possibilidade de construir em um período de seca. Assim, durante a construção da estrutura, houve cinco ocorrências de chuva, que vieram a gerar um grande prejuízo para a obra, tanto em questão de tempo quanto em desperdício de materiais. Uma das chuvas chegou a arrancar parte do enrocamento presente no leito do manancial, que teve de ser refeito e fortificado para prevenir futuras ocorrências.

Imagem 61 - Fluxo de água pós chuva.



Fonte: Autores (2017)

3.24 DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPE E MÁQUINAS

Após conclusão da obra, todos os equipamentos locados foram devolvidos e as máquinas, veículos e funcionários da empresa, foram direcionados a outra obra.

3.25 ESTUDO DA INTEGRAÇÃO DA ESTRUTURA COM O MEIO AMBIENTE

A estrutura de gabião é considerada uma estrutura de contenção que não trás prejuízos ao meio ambiente, tanto no seu processo construtivo por ser minimamente invasivo quando a longo prazo, pois os materiais que o compõem não agridem o meio ambiente.

3.25.1 180 dias após a conclusão

Após 180 dias decorridos da conclusão da obra, pode-se notar que lentamente a estrutura de gabião vai se integrando ao meio. Nota-se também que a contratante não executou o plantio do braquiário, deixando assim a cobertura de terra sobre a estrutura ineficiente, uma vez que era necessária a vegetação para fixação do solo.

Em outras partes como no leito, a indícios de vegetação, apesar do fluxo de água do manancial estar bem reduzido. A pouca água que ainda existe no local, segue seu curso por entremeio a estrutura de gabiões. Contudo nota-se que o restante permanece inalterado.

Imagem 62 - 180 dias após a conclusão da obra.



Fonte: Autores (2017)

4 CONCLUSÃO

Estruturas de contenção têm sido utilizadas como soluções de engenharia para problemas de infraestrutura desde os primórdios da humanidade, mesmo que de forma rudimentar. Com o passar dos anos surgiram novas tecnologias de estrutura de contenção, sendo a estrutura em gabiões remodelada para uma forma mais eficaz na Itália por volta do século XIX, desde então seu uso foi generalizado para diversas situações, isso devido a sua grande capacidade de se adequar ao meio.

O material que compõem as estruturas de contenção em gabiões apresenta uma grande resistência ao meio. O arame de aço que compõem as gaiolas possui um baixo teor de carbono, passando normalmente por um processo de zincagem composto por Zinco Alumínio e Terras Raras, podendo ou não ter um revestimento extra de PVC.

A principal característica de uma estrutura desta e o fato de ser armada, monolítica, flexível, permeável e autodrenantes, além disso, é preenchida com rochas naturais, é altamente durável e tem como foco principal evitar a corrosão de sua malha, utilizando o sistema de dupla torção a fim de evitar comprometimento da estrutura em caso de rompimento de um dos fios.

Foi feita uma análise detalhada tomando como base toda a documentação fornecida pela construtora, verificamos vários erros de projeto e de orçamento, os quais foram corrigidos no decorrer do processo construtivo, aumentando a eficiência da estrutura e prolongando sua vida útil. Os principais erros identificados foram a não previsão do prolongamento dos dutos extravasores, a não previsão da queda d'água a jusante da ponte, a falta de estrutura de redirecionamento de água pluvial, falta de análise topográfica para identificar com antecedência uma curva na estrutura.

Embora tenha havido vários erros, tal estrutura mostrou-se a mais adequada para esta situação, devido a suas características construtivas de baixo impacto ambiental e de baixo tempo executivo. Ela mostrou-se uma estrutura viável, não havendo gastos excessivos com maquinários e operários, além do baixo custo de sua matéria prima principal.

REFERÊNCIAS

BARROS, Prof. Dr. Pérsio Leister de Almeida. **Manual Técnico de Obras de Contenção**. São Paulo. Maccaferri do Brasil, 2005.

BELGO. Gabiões Belgo - **Informe Técnico**. Belgo Bekaert Arames, 2014.

BONAFÉ, Gabriel. **Cortina Atirantada em Concreto Armado Contém Empuxos do Solo: O Sistema conta com painéis tracionados por tirantes para impedir desabamento de terra em construções rodoviária e subsolos de edificações**. AECwe, (s.d.)
Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/cortina-atirantada-em-concreto-armado-contem-empuxos-do-solo_14268_0_0>.
Acesso em: 28 Ago. 2017.

BRIGHETTI, Prof. Dr. Giorgio Brighetti. **Estabilização e Proteção de Margens**. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 2001.
Disponível em:< http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=6592>.
Acesso em: 19 Ago. 2017.

CARDOSO, Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso. **Sistemas de Contenção**. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Construção Civil , 2002.

CORSINI, Rodnei. **Infraestrutura Urbana: Fundações e Contenções**. São Paulo: Pini, 2011.
Disponível em: < <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/11/2-crib-wall-contencao-de-muro-em-fogueira-estrutura-245176-1.aspx> >.
Acesso em: 18 Abr. 2017.

DUARTE, Marlon Pereira Duarte. **Estabilidade de Talude e Muro de Arrimo**. Belo Horizonte. Escola de Engenharia UFMG, 2013.
Disponível em: < http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-9GFJNM/monografia_estabilidade_de_talude_2013.pdf?sequence=1>.
Acesso em: 28 Ago. 2017

FINOTTI, Gisele Barbosa de Souza; RIBEIRO, Mariana de Jesus Souza; TAVARES, Rafaela de Souza. **Estruturas de Contenção em Gabiões Para Estabilidade de Encostas em Processos Erosivos**. Goiás. Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. 2013.
Disponível em:<https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ESTRUTURAS_DE_CONTEN%C3%87%C3%83O_EM_GABI%C3%95ES_PARA_ESTABILIDADE_DE_ENCOSTAS_EM_PROCESSOS_EROSIVOS.pdf>.
Acesso em: 15 Set. 2017.

GERSCIVICH, Denise M. S. **Estruturas de Contenção: Muros de Arrimo**. Rio de Janeiro: UERJ, 2010.

Disponível em: <<http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>>.

Acesso em: 15 Abr. 2017.

JABER, Rodrigo Jaber. **Estudo da Probabilidade de Ruptura de uma Estrutura de Contenção em Gabiões, Localizado em Goiânia- Goiás**. Goiás. Escola de Engenharia Civil Universidade Federal de Goiás, 2011. ´

Disponível em:

<https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ESTUDO_DA_PROBABILIDADE_DE_RUPTURA_DE_UMA ESTRUTURA_DE_CONTEN%C3%87%C3%83O_EM_GABI%C3%95ES__LOCALIZADO_EM_GOI%C3%82NIA_-_GOI%C3%81S.pdf>.

Acesso em: 19 Ago. 2017.

LOTURCO, Bruno. **Gabiões: Contenção por Gravidade**. São Paulo: Pini, 2006.

Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/108/artigo287069-1.aspx>>.

Acesso em: 18 Abr. 2017.

LUIZ, Bruna Julianelli Luiz. **Projeto Geotécnico de Uma Estrutura de Contenção em Concreto**. Rio de Janeiro. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

MACCAFERRI. **Especificação Técnica - Colchão Reno® - GalMac® 4R-P** – Revisão 00. Maccaferri América Latina, 2016 D.

MACCAFERRI. **Especificação Técnica - Elemento Terramesh® Verde - GalMac® 4R-P** – Revisão 00. Maccaferri América Latina, 2016 F.

MACCAFERRI. **Especificação Técnica - Elemento Terramesh® System - GalMac® 4R-P** – Revisão 00. Maccaferri América Latina, 2016 E.

MACCAFERRI. **Especificação Técnica - Gabião Caixa GalMac® 4R-P** – Revisão 00. Maccaferri América Latina, 2016 B.

MACCAFERRI. **Especificação Técnica - Gabião Saco GalMac® 4R-P** – Revisão 00. Maccaferri América Latina, 2016 C.

MACCAFERRI. **GalMac® 4R – Revestimento Metálico de Longa Vida Útil**. Maccaferri do Brasil, 2017. A.

MACCAFERRI. **Manual Técnico - Revestimento de canais e cursos de água**. Maccaferri do Brasil, 2017.

MACCAFERRI. **Terramesh® Verde - Estrutura em solo reforçado**. Maccaferri do Brasil, 2017.

MAGALHÃES, Marcelo de Souza. **Dimensionamento de Estruturas de Contenção Atirantadas Utilizando Método de Equilíbrio Limite e de Elemento Finitos**. Rio de Janeiro. PUC-RIO, 2015

Disponível em: < https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/26066/26066_3.PDF >.

Acesso em: 15 Set. 2017.

MARCHETTI, Osvaldemar Marchetti. Muros de arrimo. São Paulo. Blucher, 2008
Disponível em:

<http://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_muros_de_arrimo_isbn9788521204282>

Acesso em: 28 Ago. 2017

NBR 8964- Arame de Aço de Baixo Teor de Carbono, Zincado, para Gabiões.

Disponível em:

<<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/nbr-8964-1985-arames-de-ac3a7o-de-baixo-teor-de-carbono-zincado-para-gabic3b5es.pdf>>

Acesso em: 28 Ago. 2017

NBR 10514- Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões.

Disponível em:

<<http://docs12.minhateca.com.br/722762000,BR,0,0,NBR-10514--.pdf>>

Acesso em: 28 Ago. 2017

ONODERA, Leny Tiemi Onodera. **O Uso de Gabiões Como Estrutura de Contenção**. São Paulo. Universidade Anhembi Morumbi, 2005.

PEDRONI, Bruno Pedroni. **Muro de Contenção em Solo Reforçado da Arena Corinthians, Localizado em São Paulo- SP**. São Paulo. Geosynthetica.net.br, 2015.

Disponível em: < <http://www.geosynthetica.net.br/caso-de-obra-solo-reforcado/>>.

Acesso em: 26 Ago. 2017.

SACOS DE GABIÃO. (s.d.). Alibaba. <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/stone-box-gabion-cage-sack-bags-gabion-sacks-60317472343.html>

Acesso em: 28 Ago. 2017.

SOUZA, Antônio Nerton. **Muro de Contenção Utilizando Pneus: Análise e alguns Comparativos de Custos**. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia Mestrado Profissionalizante em Engenharia. 2002.

Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3226/000383967.pdf>>.

Acesso em: 28 Ago. 2017.

SOUZA MAGALHAES, Marcelo. **Dimensionamento de Estruturas de Contenção Atirantadas Utilizando os Métodos de Equilíbrio Limite e de Elementos Finitos**. Rio de Janeiro. PUC-RIO, 2016.

Disponível em: < https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/26066/26066_3.PDF>.

Acesso em: 26 Ago. 2017.

TECNISA. **Flex Osasco II** . 2013.

Disponível em: < <https://www.tecnisa.com.br/imoveis/sp/osasco/apartamentos/flex-osasco-ii/galeria/219/estagio-da-obra/11147>>.

Acesso em: 02 Set. 2017.

TORRES GEOTECNICA. **Conteções em gabiões**. 2017.

Disponível em: < <http://www.torresgeotecnia.com.br/portfolio-view/contencoes-em-gabiao/>>.

Acesso em: 15 Set. 2017.