

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANA CAROLINE BATISTA DE SOUSA

FERNANDA RIBEIRO DE OLIVEIRA

LARISSA HELENA RODRIGUES DE MORAIS

LARISSA RODRIGUES SANTANA DE SÁ

**ESTRUTURA DE GABIÕES: ESTUDO DE APLICAÇÃO NO
CÓRREGO ÁGUA FRIA EM ANÁPOLIS - GO**

ANÁPOLIS / GO

2022

**ANA CAROLINE BATISTA DE SOUSA
FERNANDA RIBEIRO DE OLIVEIRA
LARISSA HELENA RODRIGUES DE MORAIS
LARISSA RODRIGUES SANTANA DE SÁ**

**ESTRUTURA DE GABIÕES: ESTUDO DE APLICAÇÃO NO
CÓRREGO ÁGUA FRIA EM ANÁPOLIS - GO**

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

ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES

ANÁPOLIS / GO:2022

FICHA CATALOGRÁFICA

DE SOUSA, ANA CAROLINE BATISTA / DE OLIVEIRA, FERNANDA RIBEIRO / DE MORAIS, LARISSA HELENA RODRIGUES / DE SÁ, LARISSA RODRIGUES SANTANA

Estrutura de Gabiões: Estudo de Aplicação no córrego Água Fria em Anápolis - GO

59P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2022).

TCC - UniEVANGÉLICA
Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. Muro gabião | 2. Uso do solo |
| 3. Desastre ambiental | 4. Córrego água fria |
| I. ENC/UNI | II. Bacharel |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DE SOUSA, Ana Caroline Batista; DE OLIVEIRA, Fernanda Ribeiro; DE MORAIS, Larissa Helena Rodrigues; DE SÁ, Larissa Rodrigues Santana. Estrutura de Gabiões– Estudo de aplicação no córrego Água Fria em Anápolis - GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 59p. 2022.

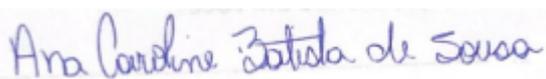
CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ana Caroline Batista de Sousa; Fernanda Ribeiro de Oliveira; Larissa Helena Rodrigues de Moraes; Larissa Rodrigues Santana de Sá.

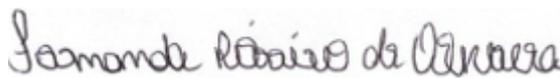
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estrutura de Gabiões – Estudo de aplicação no córrego Água Fria de Anápolis - GO.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2022

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.



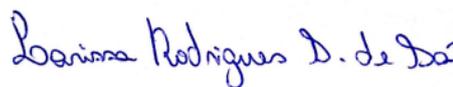
Ana Caroline Batista de Sousa
E-mail: carolinebsousa585@icloud.com



Fernanda Ribeiro de Oliveira
E-mail: fernandahnandarosa@gmail.com



Larissa Helena Rodrigues de Moraes
E-mail: larahmoraes@live.com



Larissa Rodrigues Santana de Sá
E-mail: larirodrigues2306@gmail.com

ANA CAROLINE BATISTA DE SOUSA
FERNANDA RIBEIRO DE OLIVEIRA
LARISSA HELENA RODRIGUES DE MORAIS
LARISSA RODRIGUES SANTANA DE SÁ

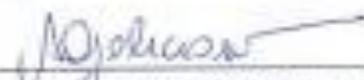
ESTRUTURA DE GABIÕES: ESTUDO DE APLICAÇÃO NO
CÓRREGO ÁGUA FRIA EM ANÁPOLIS

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

APROVADO POR:



CARLOS EDUARDO FERNANDES, Mestre (UnieVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)



AURÉLIO CAETANO FELICIANO, Especialista (UnieVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)



ANA LÚCIA CARREJO ADORNO, Doutora (UnieVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 30 de maio de 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos deu a oportunidade de realizar aquilo que colocamos nos nossos corações, de tornar, tudo possível. Agradecemos aos nossos pais pelo esforço, dedicação e persistência, pelo desempenho de nos ajudar através do apoio, seja ele moral e material. Aos nossos amigos e colegas, pelo incentivo, por nos proporcionar momentos, por poder aprender com cada um, de alguma maneira. Aos nossos professores, que desempenha um papel importantíssimo na vida de cada uma de nós, pela transferência do conhecimento, pelos conselhos e experiência adquiridas. O nosso agradecimento a Unievangelica que viabilizou a realização de um sonho, a nossa formação.

.....

Ana Caroline batista de Sousa

Fernanda Ribeiro de Oliveira

Larissa Helena Rodrigues de Moraes

Larissa Rodrigues Santana de Sá

RESUMO

Com o crescimento populacional próximo ao córrego Água Fria e os constantes desastres ambientais causados por inadequação do uso do solo, o atual trabalho foi desenvolvido. Pensando na segurança daqueles que residem em locais próximos a cursos d'água e nas causas da má ocupação e utilização do solo, trazendo como consequências: erosões; deslizamento; alagamento; e um final trágico para aqueles que moram nesse local, foi estudado a possibilidade da instalação do muro tipo gabião no local. O gabião também conhecido como muro de contenção, é um tipo de estrutura que tem como uma de suas finalidades estabilizar maciços de rocha ou terra, sua estrutura é composta por uma malha em formato hexagonal de arame galvanizado e são preenchidos com pedras com diâmetros superiores a abertura da malha. O estudo da viabilidade do gabião no córrego Água Fria na cidade de Anápolis-GO, levou em consideração algumas pesquisas e estudos feitos no local, que comprovaram a necessidade de uma intervenção no local, afim de evitar possíveis desastres que são recorrentes próximo ao córrego Água Fria, a solução encontrada foi a inclusão do muro de contenção tipo gabião, sendo que, a função do mesmo será resistir às pressões do solo e fazer com que o mesmo fique estável, dando segurança para os que residem próximo ao local do curso d'água.

PALAVRAS-CHAVE:

Muro gabião. Uso do solo. Desastre ambiental. Córrego Água Fria.

ABSTRACT

With population growth near the Água Fria Stream and the constant environmental disasters caused by inadequate land use, the current work was developed. Thinking about the safety of those who live in places near watercourses and the causes of poor occupation and land use, bringing as consequences: erosions; slip; flooding; and a tragic end for those who live in these places, it was studied the possibility of installing the gabion wall on the site. Gabion also known as retaining wall, is a type of structure that has as one of its purposes stabilize rock or earth massifs, its structure is composed of a hexagonal mesh of galvanized wire and are filled with stones with diameters greater than the opening of the mesh. The study of the viability of gabion in the cold water stream in the city of Anápolis-GO, took into account some research and studies done on site, which proved the need for an intervention on the engineering part at the site, in order to avoid possible disasters that are recurrent near the cold water stream, the solution found was the inclusion of the gabion-type containment wall, and the function of the same will be to resist the pressures of the soil and make it stable, giving security to those who reside near the site of the watercourse.

KEYWORDS:

Gabion wall. Land use. Environmental disaster. Cold water stream.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Ocupação irregular Guarulhos/SP. | 18 |
| Figura 2 - Áreas de risco em Salvador-BA..... | 20 |
| Figura 3 - Deslizamento de terra em Belo Horizonte-MG. | 23 |
| Figura 4 - Erosão na bacia do Rio Bonito-SP..... | 25 |
| Figura 5 - Alagamento em Petrópolis-RJ. | 26 |
| Figura 6 - Muro de peso. | 29 |
| Figura 7 - Muro em alvenaria e concreto ciclópico..... | 30 |
| Figura 8 - Contenção em solo cimento..... | 30 |
| Figura 9 - Cortinas atirantadas. | 31 |
| Figura 10 - Crib-Wall. | 32 |
| Figura 11 - Muro de concreto armado. | 33 |
| Figura 12 - Aplicação de rimobloco. | 33 |
| Figura 13 - Muro de flexão..... | 34 |
| Figura 14 - Solo grampeado | 35 |
| Figura 15 - Malha hexagonal..... | 36 |
| Figura 16 - Elementos do gabião tipo caixa. | 37 |
| Figura 17 - Abertura da malha..... | 37 |
| Figura 18 - Montagem das caixas..... | 38 |
| Figura 19 - Amarração das malhas. | 39 |
| Figura 20 - Enchimento do elemento. | 39 |
| Figura 21 - Fechamento da tampa. | 40 |
| Figura 22 - Itens que compõe o gabião tipo saco. | 40 |
| Figura 23 - Detalhe de enchimento gabião tipo saco..... | 41 |
| Figura 24 - Instalação do gabião tipo saco. | 41 |
| Figura 25 - Elementos do gabião tipo cochão reno. | 42 |
| Figura 26 - Enchimento do gabião colchão reno..... | 43 |
| Figura 27 - Nascentes do Córrego da Água Fria. | 44 |
| Figura 28 - Ocupação das margens do Córrego Água Fria- década de 1950. | 44 |
| Figura 29 - Ocupação da microbacia no Córrego Água Fria – Década de 1980..... | 45 |
| Figura 30 - Imagens atuais do Córrego Água Fria. | 46 |
| Figura 31 - Nascente localizada próxima à Br- 153. | 47 |
| Figura 32 - Assoreamento Água Fria. | 48 |

| | |
|---|----|
| Figura 33 – Moradia próximo ao córrego Água Fria no bairro JK..... | 49 |
| Figura 34 - Córrego Água Fria que passa pelo bairro JK..... | 49 |
| Figura 35 - Uso do gabião no parque do praia no Bairro JK..... | 49 |
| Figura 36 - Uso do gabião no parque do praia no Bairro JK..... | 49 |
| Figura 37 - Construções próximo ao córrego Água Fria no bairro Jardim Europa..... | 50 |
| Figura 38 - Situação do Água Fria no bairro Jardim Europa perto do antigo bretas..... | 50 |
| Figura 39 - Uso do gabião no bairro vila Santa Maria de Nazareth | 50 |
| Figura 40 - Uso do gabião no bairro vila Santa Maria de Nazareth | 50 |
| Figura 41 - Peculiaridades do córrego Água Fria..... | 51 |
| Figura 42 - Bairro vila Santa Maria de Nazareth..... | 51 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA..... | 13 |
| 1.2 OBJETIVOS | 15 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 15 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 15 |
| 1.3 METODOLOGIA | 15 |
| 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 17 |
| 2 OCUPAÇÃO INADEQUADA DO SOLO..... | 18 |
| 2.1 DESLIZAMENTO DE TERRA | 21 |
| 2.2 EROSÃO..... | 23 |
| 2.3 ALAGAMENTO | 26 |
| 3 ESTRUTURAS DE CONTEÇÃO DO SOLO..... | 28 |
| 3.1 TIPOS DE CONTEÇÃO | 28 |
| 3.1.1 Muro de arrimo de peso ou gravidade | 28 |
| 3.1.2 Alvenaria de pedras ou concreto ciclópico..... | 29 |
| 3.1.3 Cimento ou solo reforçado..... | 30 |
| 3.1.4 Cortinas atirantadas..... | 31 |
| 3.1.5 Muro de arrimo fogueira (Crib-Wall)..... | 32 |
| 3.1.6 Muro de concreto armado | 32 |
| 3.1.7 Rimobloco..... | 33 |
| 3.1.8 Muro de flexão | 34 |
| 3.1.9 Solo grampeado | 35 |
| 3.2 GABIÕES | 35 |
| 3.2.1 Definição..... | 35 |
| 3.2.2 Gabião tipo caixa | 36 |
| 3.2.3 Gabião tipo saco..... | 40 |
| 3.2.4 Gabião tipo colchão reno | 42 |
| 4 ESTUDO DE CASO NO CÓRREGO DA ÁGUA FRIA | 44 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 53 |
| 5.1 SUGESTÕES PARA AS PESQUISAS FUTURAS..... | 53 |
| REFERÊNCIAS | 54 |
| ANEXO I..... | 60 |

1 INTRODUÇÃO

Estudos realizados há pouco mais de uma década indicam que Anápolis, uma das maiores e mais importantes cidades do interior de Goiás, tem no transcurso da organização do seu espaço urbano um histórico marcado por transformações realizadas por grupos sociais em função das suas necessidades econômicas, pelas determinações políticas, promovendo complexas modificações ambientais. Todo esse dinâmico processo das atividades humanas promoveu o crescimento desordenado da área urbana, bem como o desmatamento das áreas rurais para práticas agrícolas resultando em grande perdas nas áreas naturais de vegetação de cerrado, o que, por sua vez, causou impactos diretos nos recursos hidrográficos do município (MORAIS; SILVA; NASCIMENTO, 2010).

No processo de ocupação inadequada do solo, é possível verificar a ocorrência de diversos fatores que afetam os locais escolhidos pelas pessoas para se estabelecerem em diversas áreas do município, tais como construções muitas vezes inadequadas como em encostas onde existe alto risco de deslizamentos. Tal situação indica que nem todos os locais são adequados à ocupação humana, em virtude dos movimentos de massa e da ação humana realizada de forma indevida (VARGAS *et al.*, 2012).

Fernandes e Amaral (1996) esclarecem que o movimento em massa se caracteriza pelo deslocamento do solo, rocha e vegetação que ocorre ao longo da vertente sob ação direta da gravidade. Outro fator que contribui para a ocorrência desse fenômeno é a redução da resistência dos materiais vertentes pela força da água ou gelo que também pode provocar a indução do comportamento plástico e fluídos dos solos. Contudo, a ação humana indevida tem sido a principal responsável pelo movimento em massa e está relacionada a atividades como corte para implantação de moradias e vias de acesso, desmatamento, atividades de mineração e outras.

Diante dessa realidade e baseando-se nos Artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 foi criada em 2001, a Lei nº 10.257 denominada Estatuto da Cidade e que tem como finalidade a criação de um Plano Diretor destinado a regulamentar os objetivos e instrumentos da política de ocupação urbana. Por meio dessa lei e ainda considerando o que está explícito no título VII do Art 30 da Carta Magna, há a promoção de um adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso do solo urbano, delimitando as diretrizes de acesso e uso da propriedade urbana (BASSUL, 2002; MILARÉ, 2005).

O Plano Diretor é um desdobramento da Lei Orgânica Municipal que deve ser elaborado considerando as características dinâmicas de cada município e trata-se de um

instrumento que deve ser submetido a revisões periódicas, sendo que a Política Nacional Urbana prescreve em intervalos de 10 anos. A elaboração desse plano, em suas diversas etapas, deve incentivar a participação dos cidadãos de modo transparente, de forma que toda comunidade tenha do controle sobre seus rumos e aplicação (MILARÉ, 2005).

Mas, apesar de vários estudos que relacionam o uso e ocupação do solo e os problemas ambientais, percebe-se, também, o despreparo das administrações municipais no sentido de efetivar as metas delineadas nos Planos Diretores em suas práticas cotidianas relacionadas à autorização de loteamentos e obras de infraestrutura inviabilizando uma gestão adequada dos recursos hídricos. Concomitantemente, não há consideração dessa vertente de planejamento territorial por parte dos órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos o que é verificado nos Planos de Bacia em suas fases de diagnóstico e prognóstico.

Localizado no município de Anápolis, com uma extensão de aproximadamente 3.693 metros, está o Córrego Água Fria que possui duas nascentes: uma que nasce próximo a 200 metros da rodovia BR153 no Setor Tropical e atravessa a rodovia para a unir a segunda nascente que se encontra no perímetro urbano entre a Rua 41 e a Avenida Juscelino Kubitschek no Bairro JK indo desembocar no Córrego Cascavel que, por sua vez, drena para o Rio das Antas. Corta os bairros Novo Jundiaí, JK, Setor Tropical, Nova Capital, Jardim Europa, Vila Celina e Vila Maria de Nazaré, passando pelas imediações de pontos residenciais e comerciais (FERNANDES, 2020).

Ainda de acordo com Fernandes (2002), dados da Defesa Civil indicam que a microbacia do Córrego Água Fria encontra-se toda no perímetro urbano e a impermeabilização do solo implicou no transporte das águas pluviais para o córrego levando à elevação no nível do volume das águas, produzindo com isso, locais de grande risco para os moradores das áreas próximas.

Acrescenta-se, ainda, o fato de que as ocupações irregulares dificultam a recuperação da mata ciliar e deixam o solo local totalmente desprotegido. E o transporte de águas pluviais por meio de galerias saturam as margens do córrego, provocando alagamentos, erosões e ampliação das áreas de risco. Na opinião de Zanella *et al.* (2013) essa problemática é recorrente em mananciais situados em perímetros urbanos em virtude de serem transformados em locais de despejo de águas pluviais e efluentes domésticos.

Diante disso, é imprescindível que se busque soluções de engenharia por meio da construção de estruturas de contenção do solo. Esse tipo de estrutura tem como função a contenção do maciço de terra e/ou rochas transmitindo seus esforços para o solo e

proporcionando estabilidade e garantindo segurança do que existe acima e abaixo delas (GERSCOVICH, 2007).

Existe, atualmente, vários tipos de estruturas de contenção, com diferentes formas e tamanhos e que propiciam a utilização de diversos tipos de materiais (MOLITERNO, 1980). Uma dessas estruturas é o muro de gabião que é um dos tipos de muros de arrimo por gravidade que é bastante tradicional (BARROS *et al.*, 2017).

Ainda de acordo com Barros *et al.* (2017), o muro de gabião é um tipo de contenção que cuja origem vem da Itália com a denominação original de *gabbione* que significa gaiola no aumentativo, tendo sua versão moderna sendo executada no final do século XIX. No Brasil passou a ser aplicado na década de 1970 e atualmente já existe muitas regiões do país que adotam esse método que vem sendo cada vez mais popularizado em nosso país.

1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo Fernandes 2020, o córrego Água Fria fica Localizado no município de Anápolis, com uma extensão de aproximadamente 3. 693 metros. E, em decorrência das ações indiscriminadas de ocupação do espaço urbano praticamente toda mata ciliar foi destruída e a própria ocupação é um fator que dificulta o reflorestamento da área. Tal situação faz com que várias regiões percorridas pelo córrego se constituam em áreas de grande risco para a população que reside ou possui pontos comerciais nas proximidades, sobretudo no período chuvoso em que os alagamentos são constantes.

O Plano Diretor é um desdobramento da Lei Orgânica Municipal que deve ser elaborado considerando as características dinâmicas de cada município e trata-se de um instrumento que deve ser submetido a revisões periódicas, sendo que a Política Nacional Urbana prescreve em intervalos de 10 anos. A elaboração desse plano, em suas diversas etapas, deve incentivar a participação dos cidadãos de modo transparente, de forma que toda comunidade tenha do controle sobre seus rumos e aplicação (MILARÉ, 2005).

Tal realidade acena para a necessidade de que seja incorporada no Plano Diretor do município uma proposta de ação voltada para a solução dessa problemática, sendo que a construção de muro de gabião pode ser uma excelente estratégia tendo em vista que as galerias não têm sido suficientes para escoar elevados volumes de águas pluviais.

Dessa forma, a realização desse estudo se justifica pela necessidade de evidenciar e estudar o processo executivo do muro de gabião e analisar pelas características topográficas e geológicas do Córrego da Água Fria a fim de verificar a viabilidade da adoção desse tipo de

estrutura para diminuição das áreas de riscos causadas pelos alagamentos provocados pelas águas pluviais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a necessidade da implementação do muro de contenção tipo gabião na margem do Córrego Água Fria de Anápolis - GO

1.2.2 Objetivos específicos

Com o intuito principal de atender o objetivo geral da presente pesquisa, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Destacar as insuficiências no processo de ocupação do solo;
- Classificar os tipos de muro gabião e sua utilização como processo que viabiliza a ocupação do córrego de Água Fria;
- Conhecer o processo executivo e expor a dificuldade na execução da estrutura em análise;

1.3 METODOLOGIA

O material coletado para a realização deste trabalho foi adquirido através de pesquisas bibliográficas, artigos científicos, visitas ao local de estudo e dissertações. O referencial teórico abordou temas como deslizamento de terra; erosões e as suas classificações; alagamentos; tipos de gabiões; impactos ambientais; e um estudo de casos realizado no córrego Água Fria.

Os materiais utilizados para a formação do gabião são materiais simples, como: aço galvanizado, manta geotêxtil, e pedras. Esses materiais juntos formam um muro com características de contenção, muito utilizado em canais de cursos d'água, barragem e grandes obras.

O estudo de caso presente no seguinte trabalho foi realizado na cidade de Anápolis-Go no córrego Água Fria, por seus altos índices de erosão, fez-se necessária uma solução de engenharia para a preservação da área analisada. O intuito do estudo é viabilizar através da instalação do gabião, uma moradia segura para os que residem próximo as áreas com risco de deslizamento.

Para a metodologia aplicada no estudo de casos, foram feitas visitas ao local com o objetivo de sondar as reais necessidades que o local tem de um elemento estrutural, nessas

visitas feitas ao longo do córrego Água Fria, foi possível visualizar construções em áreas de risco, bem próximas ao córrego, evidenciando a necessidade da utilização de um elemento estrutural, tipo gabião nas regiões com risco de deslizamento.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por 5 capítulos. O primeiro Capítulo é composto por introdução, justificativa, objetivos, metodologia e estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 discorre sobre o deslizamento de terra, erosão e alagamentos, causados pela a inadequação do uso do solo.

O Capítulo 3 faz uma abordagem sobre gabiões e os seus tipos, o processo construtivo e o custo para realização do mesmo.

O Capítulo 4 é apresentado um estudo de casos feito no córrego Água fria na cidade de Anápolis.

O Capítulo 5 mostra a conclusão do que foi estudado.

2 OCUPAÇÃO INADEQUADA DO SOLO

O processo de uso e ocupação do solo é função das condições de vida humana, portanto, o curso d'água é o elemento básico e o objetivo de desenvolvimento de sua existência. A localização próxima à hidrovía foi escolhida devido à conveniência de abastecimento.

A exploração dos recursos naturais resulta em uma variedade de desequilíbrios no meio ambiente, variando em proporção e impacto, dependendo do contexto de cada ambiente. Para Corte *et al.* (2015) dependendo do grau de desenvolvimento ambiental, diversas formas de danos, como deslizamentos de terra, inundações, erosão, dentre outros, começaram a ocorrer devido ao uso insuficiente do solo, resultando em desequilíbrios estruturais.

O solo, na visão de Segundo Santana e Araújo (2017), é um recurso natural de grande relevância social, econômica e ambiental, sendo as posses irregulares de terra uma das principais razões no que se refere à problemas como degradação do solo, causando a perda e a baixa produtividade.

Em conformidade com o que foi estudado por Pinto (2006), as ocupações irregulares do solo urbano, exemplificado na Figura 1, é constituído de empreendimento realizados sem o devido cumprimento da legislação urbanística, ambiental, civil, penal e registraria, nos quais são realizadas a abertura de ruas e a demarcação de lotes sem o devido controle do Poder Público.

Figura 1 - Ocupação irregular Guarulhos/SP.



Fonte: Prefeitura de Guarulhos-SP, 2019.

Ainda de acordo com Pinto (2006), em seguida da demarcação irregular esses terrenos transferidos a terceiros, que imediatamente iniciam a construção de suas casas. Os assentamentos assim constituídos são desprovidos do planejamento urbanístico dito legal e são significativamente carentes de infraestrutura conforme demonstrado na Figura 1.

A prática de agricultura e o crescimento desordenado das cidades com ocupação de áreas de encostas, de forma ampla, os principais tipos de exposição do solo, tornando-o suscetível a uma série de consequências como alagamento, erosão, deslizamento, enchentes e outros (BISPO; LEVINO, 2011).

Na visão de Brito (2012):

A crescente demanda por área de expansão urbana aliada à falta de planejamento faz com que o crescimento das cidades ocorra de forma desordenada, geralmente sobre terrenos que não possuem a devida capacidade de suporte. O efeito resultante da demanda por novas áreas provoca o aparecimento constante de novas fronteiras das cidades, principalmente em áreas ainda não integradas fisicamente ao meio urbano e, principalmente, ao planejamento urbano (BRITO, 2012, p.9).

É dizer, o crescimento sem controle e com desigualdade dos municípios brasileiros criam, na maioria dos casos, inúmeros problemas que atingem o progresso das funções urbanas e a utilização dos espaços urbanos (SILVA,2015).

Nesse contexto, as mudanças sociais, políticas e ambientais causadas pelo progresso tecnológico e científico parecem levar à subutilização do meio ambiente, muitas vezes resultado de ações humanas imprudentes. Assim, ressalta-se que o processo de degradação do solo ocorre por inúmeras razões, podendo causar danos à natureza e toda a sociedade (SANTOS, 2020).

O estudo de Pinheiros *et al.* (2011), demonstra que a utilização inadequada do solo através de atividades agrícolas contribui para impactos negativos, tais como perda progressiva da capacidade produtiva e degradação de recursos, uma vez que a utilização da terra está diretamente ligada aos processos hidrológicos do solo na bacia.

Nunes e Roig (2015), defendem a mesma visão, enfatizando que o uso indevido e a subapropriação da terra prejudicam a integridade das bacias hidrográficas. Segundo os autores, na agricultura, o preparo insuficiente do solo devido ao uso excessivo de fertilizantes e pesticidas pode levar à erosão do solo, assoreamento de rios e poluição da água. Tal cenário causam impactos ambientais negativos, em razão de processos de lixiviação e ações antrópicas que acarretam consideráveis impactos.

Na visão de Grostein (2001), o aceleramento da urbanização também se destaca como um dos fatores que contribuem para inúmeros problemas socioambientais, destacando, dentre

outras, a erosão, deslizamentos, inundações, destruição da fauna e flora, invasões de áreas protegidas, poluição das águas subterrâneas, dentre outros.

Figura 2 - Áreas de risco em Salvador-BA.



Fonte: INTITUTOCLARO, 2020.

Na Figura 2 é possível verificar o grande risco que essas casas estão expostas, que a quaisquer grandes chuvas podem vir a desabar, causando muitas perdas, e muitas vezes ocorrem obtidos, o que é ainda mais triste.

Neste contexto, prevê-se o grau de perturbação ambiental causado pela má gestão das atividades agropecuárias e pelo processo de ocupação das áreas urbanas, tendo em vista que os recursos do solo são limitados e que alguns desses componentes levam muito tempo para se recuperar. O planejamento adequado torna-se fundamental (STEFANOSKI, 2013).

Para o processo de ocupação e subutilização do solo urbanas, Bispo e Levino (2011), destacam que os problemas decorrentes, causados pela falta de planejamento ou em razão de negligências governamentais, causando as seguintes consequências:

- Mudanças nos sistemas de produção: A infiltração das águas torna-se prejudicada em razão da impermeabilização do solo, que impede a infiltração da água. Por outro lado, minimizar a recarga do solo reduz a quantidade de água disponível quando a precipitação é baixa;
- Falta de infraestrutura: Poluentes são levados aos rios, através da falta de coleta, falta do tratamento de esgoto e descarte inadequado de resíduos, prejudicando a limpeza e, conseqüentemente, a qualidade da água.

- Resíduos: A negligência quanto a utilização da água (consumo excessivo), bem como sua má administração pelo homem acarretam cenários de desperdício, tornando os recursos naturais aparentemente abundantes, quando na realidade estão sujeitos à erradicação.

Por outro lado, Melo *et al.* (2019), acredita que a realização de um manejo adequado acarreta em um solo saudável que é de grande relevância para a manutenção da vida terrestre. As práticas de manejo estão associadas à conservação da água no solo e devem ser adotadas, primeiramente em função do seu potencial produtivo, ou seja, eles devem ser definidos em termos de textura do solo, inclinação, qualidade pedregosa.

Para Brito (2012), o crescimento urbano tem criado um ambiente no qual existe um excesso de superfícies impermeabilizadas, reduzindo assim a infiltração de águas das chuvas, ao mesmo tempo em as suas vulnerabilidades da região quanto à disponibilidade hídrica e susceptibilidade do solo à erosão, acarretando diferentes e importantes questões ambientais.

2.1 DESLIZAMENTO DE TERRA

Segundo Ferreira (2019), uma das consequências da ocupação desordenada e mau uso do solo são os deslizamentos de terra, sobretudo, nas áreas de encostas. Um deslizamento de terra ou deslizamento de terra é o movimento de solo e rocha que ocorre em uma superfície fraturada (FERREIRA, 2019).

O movimento de massa é classificado como deslizamento rotacional quando a superfície da fratura se inclina para cima com movimento rotacional em um material de superfície homogêneo e como movimento translacional na ocasião do deslizamento que ocorre em uma superfície plana, estando associada, portanto, a solos mais rasos (FERREIRA, 2019).

Para Silva Neto (2018):

Deslizamentos de terras são processos naturais de acomodação do terreno, quando ocorridos em locais onde a ocupação humana não está presente, os danos causados são de baixa relevância, porém os mesmos deslizamentos ocorrerem em áreas habitadas, pode ser palco de grandes tragédias. Suas consequências podem variar de apenas danos materiais a um grande número de mortos, feridos e desabrigados. Além disso, o reparo de um desastre natural como um deslizamento tem um alto custo associado e de demorado término, se tornando um grande inconveniente para a população local (SILVA NETO, 2018, p. 1).

Ferreira (2019) destaca os fatores que mais interferem na ocorrência de deslizamento da terra, quais sejam, as características do solo, a inclinação da encosta e a captação de água

em relação às chuvas de uma determinada área, estando em sua maioria associadas também à mecanismos específicos de ruptura de taludes.

No entendimento de Guimarães *et al* (2008), os deslizamentos são classificados como movimentos de massa, processo que ocorre através da separação e transporte de solo ou rocha. Eles também fazem parte dos processos naturais que moldam o planeta e estão ligados a fenômenos naturais como as mudanças climáticas.

Quando ocorrem os deslizamentos de terra, toda a área ao seu redor é afetada, principalmente construções, causando grandes prejuízos ao meio ambiente =, devastação de áreas vulneráveis, atrapalhando e bloqueando diversas vezes estradas e rodovias.

No entanto, Tominaga, Santoro e Amaral (2007) fazem uma distinção, enfatizando que o termo movimento de massa é mais abrangente e envolve outros fenômenos além do deslizamento, como engatinhar, cair e correr. Pode ser descrito como o movimento de rocha ou solo, movendo-se ao longo do caminho ou inclinação do fluxo de água. Outros fatores, como a influência da água e do gelo, reduzem a resistência do material do talude ou induzem o comportamento plástico e fluido do solo.

Os deslizamentos de terra em encostas, ou movimentos de massa, têm causas diversas que podem ser relacionadas ao material mobilizado, a velocidade e o mecanismo do movimento, ao jeito da deformação, à geometria da massa movimentada e o teor de água. (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Nesse sentido, o autor e seus colaboradores enfatizam que um aspecto fundamental nesses processos é a ruptura do atrito entre um grande volume de terra e o grau de inclinação do terreno que condiciona a queda ou deslizamento do material ao longo das encostas.

Em geral, a intensidade de urbanização é alta e a urbanização não é padronizada, e a possibilidade de deslizamentos na área crítica da encosta é alta, principalmente no caso de alta intensidade pluviométrica. As populações que não vivem em abrigos corretos e formais são vulneráveis a esses desastres por estarem em áreas perigosas (ROSA FILHO; CORTEZ, 2008).

Para Yonamine (2019), os métodos utilizados para a contenção e estabilização do solo tem a função de garantir condições de equilíbrio ao maciço impedindo que fenômenos de deslizamentos, erosões, escorregamento e outros ocorram.

Ainda em conformidade com o estudado por Yonamine (2019), em alguns casos em que o solo não tem a capacidade de resistir aos esforços atuantes, é fundamental que haja uma soma de reforços com estruturas de contenção para garantir a estabilidade. Dentre as obras de contenção mais conhecidas estão muros de arrimo, cortinas atirantadas, terras armadas, gabiões e aplicações de geotêxtil.

As regiões de serra são as que mais se destacam na frequência de deslizamentos de massa. Esses deslizamentos de terra estão associados ao total de chuvas do evento, mas dias consecutivos de chuva são a principal causa desses acidentes geológicos. (ROSA FILHO; CORTEZ, 2008).

Figura 3 - Deslizamento de terra em Belo Horizonte-MG.



Fonte: INSTITUTOCLARO, 2020.

Na Figura 3 apresenta um deslizamento de terra e seus danos, que não são somente de bem particular, mas de um bem de uso social, que no caso é a rua que provavelmente é utilizada por diversos moradores da região.

Diante disso, há dois importantes fatores a serem considerados: o primeiro deles diz respeito à necessidade de uso racional do solo, buscando preservá-lo o máximo possível e o segundo ponto a ser considerado, diz respeito à utilização de todas as soluções de engenharia possíveis para solucionar os problemas já existentes, sobretudo, nas áreas urbanas.

2.2 EROSÃO

Um fenômeno complicado por envolver ações de múltiplos fatores é o da erosão, que contém características geológicas e topográficas como, tipos de solo, clima, vegetação e

distúrbios humanos que alteram as condições naturais (OLIVEIRA; SANTOS; ARAÚJO, 2017).

O Dicionário Aurélio define o termo erosão do solo como a degradação das camadas terrestres por fatores externos (FERREIRA, 1988). Para Sant'Ana e Nummer (2010), a erosão é um dos processos de dinâmica superficial responsável por simular a superfície da Terra e é regida por fatores como clima, água e vento, propriedades dos materiais, topografia e ação humana. Quebrar para formar materiais clásticos.

Os principais fatores intervenientes do processo erosivo de acordo com estudo de Brito (2012) são: o clima (mais especificamente a precipitação pluviométrica), o relevo (forma e inclinação), os solos, a cobertura vegetal e a ação humana são sempre apontadas como os fatores fundamentais. Os solos, o clima e o relevo determinam taxas naturais de erosão que podem ser modificadas pela ação humana, intensificando-se ou não. Para Feres (2002):

O processo erosivo que ocorre na superfície terrestre sob condições naturais, definindo as formas do relevo, é chamado de erosão geológica ou natural. Quando condições perturbadoras do equilíbrio natural são provocadas, geralmente por ação antrópica, a quantidade de material erodido aumenta no tempo para uma determinada área (taxa de erosão), ao que se denomina de erosão acelerada (FERES, 2012, p. 21).

Em sua pesquisa, Guerra (2011) apontou alguns dos danos causados pela erosão, como a possível contaminação da água do rio com partículas de transporte contaminadas, como agrotóxicos, e assoreamento de mananciais. Como resultado, os custos diretos do processo de despoluição incluem danos identificáveis, como danos à propriedade, e os custos indiretos são mais difíceis de avaliar, mas podem ser maiores, incluindo o próprio impacto ambiental e falha de dutos. Sedimentação em áreas urbanas.

De acordo com Melo *et al* (2019), a erosão pode ser hídrica quando causada pelas águas das chuvas, sendo que quantidade de solo perdida depende da intensidade de chuvas e da susceptibilidade do solo à erosão. A erosão também pode ser eólica quando causada pela ação dos ventos, sendo mais comum nas regiões semiáridas.

De acordo com o que é apresentado por Feres (2002), a Figura 4 mostra um processo erosivo bastante evoluído, sobre a perda de solo ocorrida próxima a bacia do Rio Bonito/SP, que como mostrado está bem devastado.

Figura 4 - Erosão na bacia do Rio Bonito-SP.



Fonte: FERES, 2002.

Ainda segundo Melo *et al* (2019), o dano causado pela erosão não é simplesmente devido à perda quantitativa de solo, mas também à perda qualitativa; como o material transportado é geralmente rico em matéria orgânica e partículas minerais, após o processo erosivo, o que resta na área é um solo enriquecido em frações minerais mais grosseiras e menos férteis.

A erosão dos solos, em áreas urbanas, geralmente em áreas periféricas com solo expostos, habitados por famílias em situação de vulnerabilidade social e pouco poder aquisitivo, pode causar grandes perdas materiais e, por vezes, perda de vidas humanas (GUERRA, 2011).

Os processos de erosão acelerada são diretamente associados, no Brasil, à ação antrópica incorreta em áreas onde as características do terreno (solo, subsolo, água superficial e subcutânea) oferecem condições propícias para ocorrerem erosões (FERES, 2002).

Portanto, nas áreas de bacias hidrográficas, a manutenção da vegetação é importante porque tem a função natural de interromper parte da precipitação, haja vista que, quanto menor a existência de cobertura vegetal no solo, menor será a infiltração e maior a quantidade de água que sai da superfície, ocasionando assim o processo de erosão (BISPO; LEVINO, 2011).

Para USDA (2000), o controle da erosão em solos urbanos pode ser realizado através do planejamento de obras em períodos de seca, que reduzem o tempo de obra, proporcionam melhor corte e aterro do terreno, bem como possibilitam o controle da cobertura do solo e do fluxo de água dentro do terreno. O solo será inevitavelmente exposto durante a construção, mas a área exposta e o tempo de exposição devem ser minimizados.

O desencadeamento e evolução dos processos erosivos nas áreas urbanas segundo Brito (2012), ocasionalmente podem ocorrer em áreas periféricas que contam com a falta ou a ineficiência do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas, de áreas de ocupação impróprias e lançamentos de galeria pluvial à meia encosta ou em cabeceiras de drenagem.

2.3 ALAGAMENTO

As inundações e alagamentos são fenômenos recorrentes no verão, cujas consequências causam diversos transtornos e prejuízos materiais para as populações afetadas, principalmente nas áreas urbanas, e estão quase sempre relacionadas à falta de infraestrutura, ocupação desordenada do solo e outros fatores (AGÊNCIA BRASIL, 2013).

Figura 5 - Alagamento em Petrópolis-RJ.



Fonte: CNNBRASIL, 2022.

O caso da Figura 5 foi bem noticiado em todo o país, e ganhou notoriedade pela gravidade dos danos causados por esses alagamentos, além das famílias que perderam todos os seus bens materiais ainda ocorrem diversas mortes.

Na visão de Bispo e Levino (2011), ações como desmatamento, urbanização e impermeabilização podem causar, dentre muitos outros, impactos negativos como alterações no solo e nas bacias hidrográficas, concorrendo diretamente com o avanço das inundações, principalmente em áreas urbanas o que podem causar danos materiais e colocar em risco a vida das pessoas.

As precipitações dentro de uma bacia hidrográfica causam as inundações, uma vez que não penetram no solo e fluem para a superfície de modo a encontrar o curso d'água. O rio, por sua vez, experimentou um rápido aumento de vazão após receber uma sobrecarga, e a vazão ocorreu lentamente, causando alagamentos nas áreas urbanas (BISPO; LEVINO, 2011).

Na visão de Braga (2016), a incidência de inundações nas cidades brasileiras e ribeirinhas do Brasil vem crescendo e se tornando costumeiras a cada ano. Essa deterioração se deve ao aumento da repelência à água do solo devido à urbanização acelerada e à ocupação inadvertida da cidade de áreas ribeirinhas que antes eram várzeas.

As inundações são muito comuns em áreas planas e depressões, ocorrendo, com frequências, escoamento superficial em razão da topografia e em ambientes urbanos, os sistemas pluviais são inexistentes ou deficientes. Ressalta-se ainda que, quanto menor a existência de áreas verdes, menor a infiltração de água no solo, que alimenta aquíferos suspensos, levando a uma menor ajuda no escoamento superficial, o que pode mitigar sua causa (TEODORO; NUNES, 2007).

Segundo a Codificação e classificação Brasileira de Desastres - COBRADE (2012), a inundação, por sua vez, é classificada como uma inferência da capacidade de drenagem do sistema de drenagem da cidade e o acúmulo de água nas ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas devido às fortes chuvas.

Segundo Machado e Zacarias (2016) uma das formas de reduzir o impacto dos fenômenos naturais na sociedade é por meio da gestão de riscos de desastres. Para que essa gestão seja efetiva, é necessário aumentar a probabilidade de previsão de desastres. Portanto, é necessário avaliar o risco em uma área específica.

3 ESTRUTURAS DE CONTEÇÃO DO SOLO

As estruturas de contenção, também conhecidas como estruturas de contenção de terra, são projetadas para estabilizar massas rochosas ou de solo, suportando-as contra falhas e evitando que deslizem devido ao seu próprio peso ou cargas externas (MACCAFERRI, 2010).

No entendimento de Yonamine (2019):

Entende-se por estrutura de contenção aquele elemento de parede vertical ou quase vertical que resiste às solicitações providas do solo. Logo, o projeto de estruturas de contenção, assim como qualquer outra estrutura, consiste no dimensionamento da mesma para atender aos esforços atuantes. Logo, é importante previamente analisar os esforços no qual a estrutura está submetida (empuxo), para posteriormente verificar se não haverá problemas quanto a sua estabilidade (YONAMINE, 2019).

Segundo Silva Neto (2018), para que um sistema de contenção atue de forma segura e satisfatória sem um custo exacerbado sobre a obra, é essencial que a caracterização do local de aplicação seja o mais próximo da realidade, evitando o sub ou superdimensionamento. Esta caracterização pode ser realizada através de vários ensaios in loco e em laboratório através de amostras retiradas do solo objeto de estudo.

Sobre as estruturas de contenção, de acordo com o estudo de Luiz (2014), elas podem ser muros que são divididos em dois grupos, o primeiro denominado de peso ou gravidade que pode ser feito de alvenaria de pedras, concreto ciclópico, gabiões, solo-cimento ou solo reforçado, e o segundo grupo que é composto de muro de concreto armado que podem ser de contraforte e com ou sem ancoragem. As estruturas de contenção podem ainda ser de solos grampeados ou cortinas ancoradas.

3.1 TIPOS DE CONTEÇÃO

Há um grande número de métodos de conteção de taludes hoje existentes. Sua implantação depende do tipo de solo a ser contido, dos custos, dos métodos de construção e região geográfica. Devem ser adotados de forma a se adaptar o máximo possível a cada problema apresentado (SILVA NETO, 2018).

3.1.1 Muro de arrimo de peso ou gravidade

São os de execução mais simples, porém demandam grande volume de material a ser utilizado e ocupam grande espaço físico. O muro de peso para Luiz (2014) são as estruturas de

contenção que através do seu peso próprio e dos esforços na base, reagem aos empuxos, garantindo estabilidade, conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Muro de peso.



Fonte: GERCOVICH, 2016.

Yonamine (2019) explica:

Os muros de gravidade são estruturas corridas e robustas que se opõem aos esforços impostos pelo seu peso próprio. Podem ser construídos com diversos materiais como: alvenaria de pedra, concreto ciclópico, gabiões, pré-moldados de concreto armado (*crib-walls*), sacos de solo-cimento, solo-pneus, bambu (YANAMINE, 2019).

O solo é contido utilizando-se do peso próprio do muro. Sua base geralmente é mais espessa que o topo, de forma a diminuir sua tensão atuante na camada de solo abaixo da base (SILVA NETO, 2018).

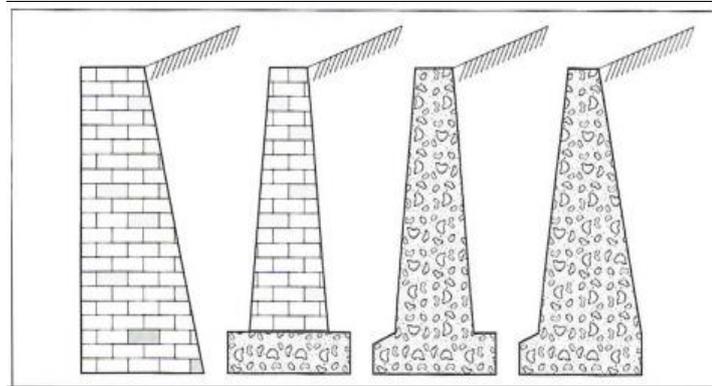
3.1.2 Alvenaria de pedras ou concreto ciclópico

Para Soares *et al.* (2012), os muros de concreto ciclópico são estruturas compostas por concreto que possuem agregados graúdos com texturas diferentes, extraídos de blocos de rocha com variadas dimensões.

São muros, conforme demonstrados na Figura 7, constituídos de pedras de dimensões aproximadamente regulares, arrumadas manualmente, tendo sua resistência no imbricamento das pedras. Este tipo de contenção não necessita de sistema de drenagem devido ao material do

muro já ser drenante quando as pedras não são argamassadas. Sua execução é simples e seu uso é geralmente utilizado em alturas de até 2m de altura (LUIZ, 2014).

Figura 7 - Muro em alvenaria e concreto ciclópico.



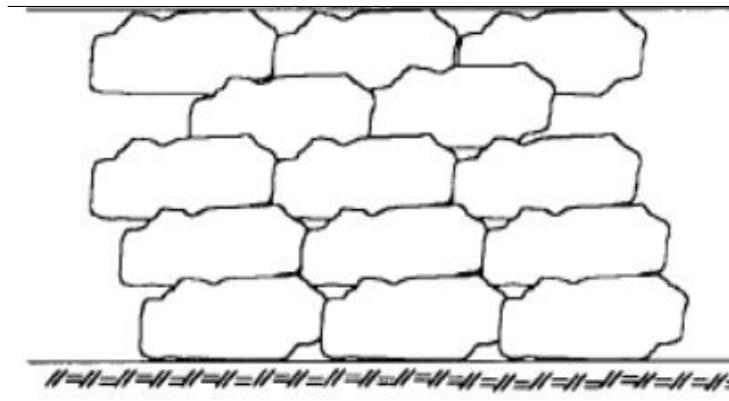
Fonte: MARCHETTI, 2007.

Ainda conforme Soares *et al.* (2012), os muros de concreto ciclópico demonstrado na Figura 7, são construídos através do preenchimento de formas, de madeira ou de ferro, que criam suas dimensões, sendo que, na grande maioria de suas aplicações, a altura possui cerca de duas vezes o comprimento transversal da base, formando um trapézio perfeito.

3.1.3 Cimento ou solo reforçado

Os sacos são empilhados criando uma barreira de contenção empilhando-os conforme demonstrado na Figura 8

Figura 8 - Contenção em solo cimento.



Fonte: DOMINGUES, 2007.

Domingues (1997), afirma que esse tipo de contenção visualizado na Figura 8, são realizados por gravidade, são executados a partir do preenchimento de sacos de aniagem ou geossintéticos com solo cimento com teores de 8% a 10% de volume de cimento.

3.1.4 Cortinas atirantadas

Ele é um tipo de contenção em que os materiais de construção são parecidos com o muro de concreto armado, porém sua configuração é diferente, pois se constitui de uma parede de concreto com cabos ou vergalhões ancorados no talude (FERREIRA, 2011).

Para Teixeira (2011), apesar da eficiência das cortinas atirantadas possuem uma ótima qualidade, ela exige uma mão de obra especializada, elevando assim o orçamento final da estrutura e, ainda, possui limitações quanto à sua utilização em áreas urbanas muito densas, uma vez que os tirantes podem penetrar nos terrenos vizinhos, danificar o solo e causar riscos a construções ao seu redor.

A Figura 9 apresenta uma cortina sendo construída, a estrutura é composta de um muro de concreto e de tirantes protendidos.

Figura 9 - Cortinas atiramtadas.



Fonte: SOLOTRAT, 2022.

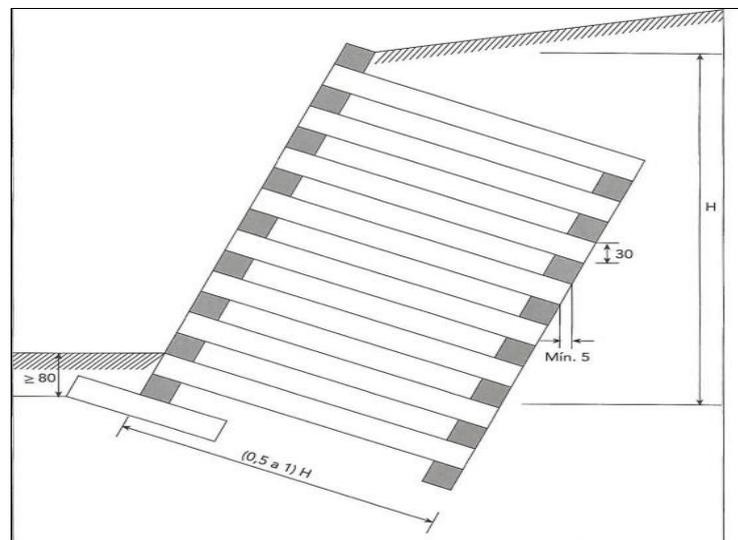
O método de contenção em cortinas atirantadas, foi visto por Teixeira (2011) que não é muito utilizado em pequenas alturas, pois o custo de sua execução é enorme quando comparado a outros métodos que satisfazem, de forma perfeita e menos onerosa, a contenção do maciço. Outro fator limitante nesse caso são os tirantes, pois, como será construída uma

residência em sua crista, devido à altura, pode ser que estes atrapalhem o tipo de fundação escolhida.

3.1.5 Muro de arrimo fogueira (Crib-Wall)

Os muros de arrimo são utilizados em obras de rodovias. É uma estrutura de contenção de baixo custo, pois as peças são pré-fabricadas em concreto armado. Conforme visualizado na Figura 10.

Figura 10 - Crib-Wall.



Fonte: MARCHETTI, 2007.

Possui um formato de fogueira. São construídos através de peças pré-moldadas de concreto que se encaixam e são preenchidas com solo ou pedregulhos. São de fácil execução, porém exigem que o solo de sua base seja estável, boa drenagem e compactação do solo a ser associado ao muro.

3.1.6 Muro de concreto armado

Uma das principais características desse tipo de obra de contenção é a diminuição do volume da estrutura, sendo que a sua estabilidade é assegurada pelo peso do retroaterro em sua fundação, fazendo com que se comporte como muro de gravidade.

Figura 11 - Muro de concreto armado.



Fonte: RIMOBLOCO, 2022.

É uma modalidade bastante utilizada e comum para os mais variados tipos de contenção, conforme visualizamos na Figura 11.

3.1.7 Rimobloco

É um sistema de muro, de acordo com Silva Neto (2018), em que as peças pré-moldadas de concreto contendo chumbadores são encaixadas de forma que o seu aspecto seja de um grande muro. Neste caso, a região de solo contida por chumbadores atua como um muro de arrimo em relação a porção não contida.

Figura 12 - Aplicação de rimobloco.



Fonte: RIMOBLOCO, 2022.

Devem ser tomados cuidados na execução, conforme visto na Figura 12 deste tipo de contenção, com relação ao solo que ficará contido pelos chumbadores, devendo ser uniforme e possuir compactação adequada (SILVA NETO, 2018).

3.1.8 Muro de flexão

São muros que trabalham por equilíbrio de forças entre sua base e sua parede de contenção além de ocuparem uma menor área de construção em relação aos muros de arrimo por gravidade Figura 13. São construídos majoritariamente de concreto armado e demandam maior conhecimento em sua construção, visto que deve ser levada em sua construção o dimensionamento de sua ferragem de forma adequada. (MARCHETTI, 2007).

Segundo Luiz (2014), muros de flexão são muros realizados em concreto armado para resistir a esforços de flexão provocados pelo empuxo e quando há limitação de espaço na base e a fundação for resistente, podem ser utilizadas ancoragens ou chumbadores na base do muro, considerando que a execução deles não prejudique obras futuras.

Figura 13 - Muro de flexão.



Fonte: GERSCOVICH, 2007.

Para Yonamine (2019), se diferenciam dos muros de gravidade não só pela sua seção transversal mais delgada, mas também por serem estruturas que resistem aos empuxos utilizando parte do peso do próprio maciço que se apoia na base do “L”, conforme demonstrado na Figura 13.

3.1.9 Solo grampeado

O solo grampeado tem início com a execução de chumbadores verticais, como medida de melhoria do solo e pré contenção, segue com o corte descendente do solo na geometria do projeto, excetuando-se os casos de taludes pré-existentes, continua com a execução da primeira linha de chumbadores e aplicação do revestimento de concreto projetado.

Figura 14 - Solo grampeado



Fonte: SOLOTRAT, 2022.

É muito utilizado na construção de obras de grande porte como estradas, túneis, tratamento de deslizamentos, conforme demonstrado na Figura 14.

3.2 GABIÕES

É o principal objeto do estudo, uma das características do gabião é ser um elemento estrutural de contenção, sendo a sua maior utilização em canais e cursos d'água. A execução do mesmo pode ser feita de forma manual ou até mesmo com ajuda de maquinários, estando a classificação determinada pelo tipo de estrutura a ser utilizada.

3.2.1 Definição

Segundo pereira (2018), as estruturas de contenção em gabião surgiram há cerca de 7000 anos e eram utilizadas para proteger as margens do rio Nilo, naquele tempo eles eram

empregados também como fortificação para os militares e hoje os gabiões estão sendo utilizados em diversas construções, são elas: muros de contenção; barragens; canalização de cursos d'água.

Segundo Barros (2017), o gabião é composto por telas de malha hexagonal torcidas duplamente, todas as unidades são formadas com costuras feitas de arames com as mesmas propriedades, tornando assim a estrutura monolítica, conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 - Malha hexagonal.



Fonte: AUTORAL, 2022.

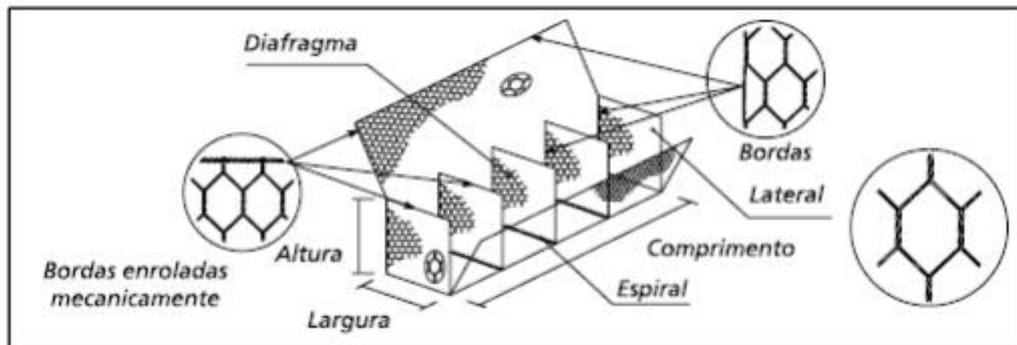
Para Barros (2017), o preenchimento é realizado através da utilização de pedras de granulometria superior a abertura da malha, costuradas para formar uma estrutura distinta, sendo vista como solução para problemas geotécnicos, hidráulicos e de controle de erosão, vê-se a inclusão deste elemento estrutural. As propriedades são: monolítica; resistente; durável; armada; flexível; permeável à água; baixo impacto ambiental; prática e versátil; e econômica.

3.2.2 Gabião tipo caixa

O próprio nome nos norteia para o formato desse elemento estrutural, os gabiões tipo caixa são comparados a blocos cujo material é produzido por uma única malha, sendo essa malha hexagonal de dupla torção, utilizada na tampa, base, e nas paredes frontal e traseira, visto

que no processo de formação é unido a essa malha subdivisões conhecidas também como diafragmas, conforme demonstrado na Figura 16.

Figura 16 - Elementos do gabião tipo caixa.



Fonte: BARROS, 2017.

As caixas são formadas no local a ser executada e preenchidas com pedras com diâmetro médio, não inferior a dimensão da malha, a colocação das pedras deve ser de maneira organizada e ocorre após as caixas estarem no local estabelecido em projeto.

Barros (2017) estabelece em seu manual técnico a forma com que o gabião tipo caixa deve ser executado em obra, é dizer, obedecendo as etapas da montagem, abertura da malha, montagem das caixas, colocação, enchimento e fechamento das tampas.

Figura 17 - Abertura da malha.



Fonte: GABIOESBR, 2021.

Na etapa da montagem, retira-se cada peça do fardo e o transporta, ainda dobrada, para o local da montagem, sendo aí desdobrada, sobre um local rígido e plano, com a finalidade de que não permaneçam nenhuma irregularidade dos painéis, conforme se observa na Figura 17.

A frente e a tampa são então dobradas e erguidas para uma posição vertical, assim como a traseira, obtendo assim a forma de um paralelepípedo aberto (caixa). Uma vez que a caixa é formada, as linhas de borda que se projetam dos cantos da tela são unidas e torcidos juntos, como mostrado na Figura 18:

Figura 18 - Montagem das caixas.



Fonte: GEOSINTEC, 2021.

Durante a fase de colocação, os componentes já montados são transportados (individualmente ou em grupos) para os locais definidos no projeto e posicionados de acordo. Os elementos são então interligados ao longo de todas as bordas de contato (exceto a borda da tampa), ainda vazias, formando a primeira camada da estrutura, conforme mostra a Figura 19.

Na etapa de enchimento, a pedra é acomodada de forma correta de modo a promover a redução, ao máximo, do índice de vazios, de acordo com os projetos que preveem entre 30% e 40%, até atingir uma altura de aproximadamente 0,30 m, na qual caso a pedra A gaiola tem 1,0m de altura, ou 0,25m de altura e 0,50m de altura.

A etapa a seguir, consiste em colocar dois tirantes na posição horizontal em proporção de cada metro cúbico por unidade. Tais tirantes devem ser amarrados na frente (utilizando o espaço entre as placas do gabarito) e dois fios torcidos (pelo menos quatro fios diferentes) na

parte de trás de cada célula, a seguir, conclui-se o preenchimento da caixa, como se observa na Figura 20.

Figura 19 - Amarração das malhas.



Fonte: FERREIRA, 2019.

Figura 20 - Enchimento do elemento.



Fonte: HLF CONSTRUCAO, 2021.

Na etapa de fechamento, uma vez concluído o preenchimento da célula, a tampa já dobrada é então desdobrada e posicionada na caixa para melhor fechar o gabião, entrelaçados nas bordas ao decorrer de seu perímetro livre, painel vertical. A amarração deve, na medida do possível, ligar aresta a aresta em contato com o gabião adjacente, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Fechamento da tampa.

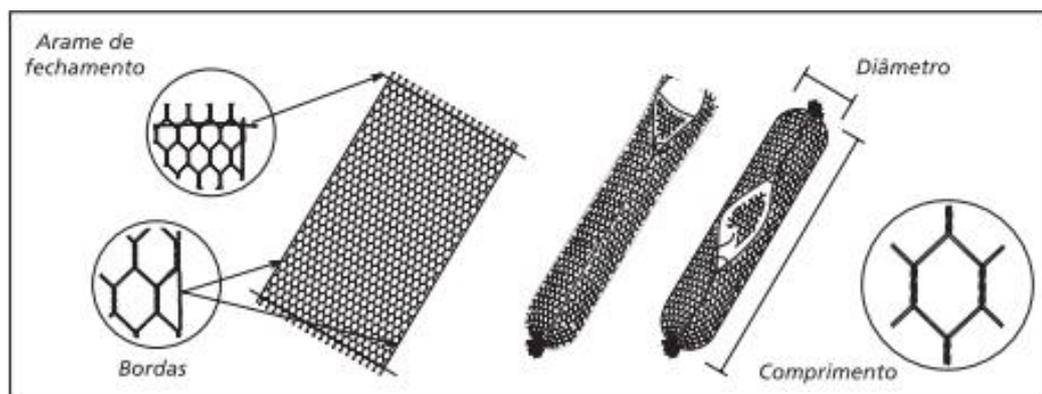


Fonte: HLF CONTRUÇÃO, 2021.

3.2.3 Gabião tipo saco

A estrutura é constituída por uma única malha de dupla torção em formato hexagonal, através dessa malha a estrutura se torna cilíndrica, sendo essa uma das características do gabião tipo saco Figura 22. Segundo Onodera (2005), este gabião é extremamente versátil devido ao seu formato e ao método construtivo, visto que para a aplicação é necessário o auxílio de equipamentos mecânicos.

Figura 22 - Itens que compõe o gabião tipo saco.



Fonte: BARROS, 2017.

A importância do enchimento com pedras, demonstrado na Figura 23, difere dos gabhões tipo colchão reno e tipo caixa pelas características específicas das peças que utilizam (ONODERA, 2005).

Figura 23 - Detalhe de enchimento gabião tipo saco.



Fonte: BARROS, 2017.

Segundo Pereira (2018) esses gabiões, normalmente são utilizados em obras hidráulicas e em locais que o solo apresenta baixa capacidade de suporte. Ele afirma ser uma estrutura bastante versátil, onde a instalação é feita com o auxílio de um guindaste ou uma grua, conforme a Figura 24.

Segundo Barros (2017), as dimensões são padronizadas, sendo o comprimento sempre múltiplo de 1, podendo variar entre 1 a 6 metros, o diâmetro fixo com o valor de 0,65 metros. Ele afirma que se for solicitado gabiões com diferentes medidas é possível a sua fabricação.

Figura 24 - Instalação do gabião tipo saco.



Fonte: MACCAFERRI, 2010.

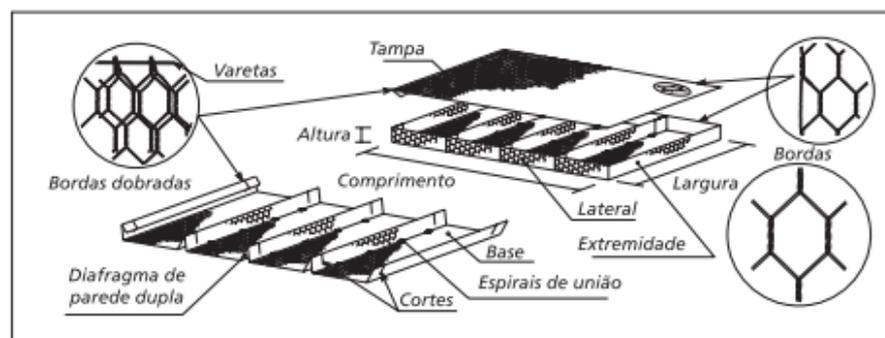
3.2.4 Gabião tipo colchão reno

Segundo Lenny (2005), o tecido que forma a base é dobrado em membranas durante a produção, uma por metro, dividindo o colchão em unidades de aproximadamente dois metros quadrados.

O seu enchimento é feito com pedras e inquebráveis com gravidade específica devem ser usadas. As dimensões devem ser as mais regulares possíveis e entre o tamanho máximo da grade e seu dobro (MACCAFERRI, 2010).

O formato do gabião tipo colchão reno é parecido com o tipo caixa, porém a sua espessura é pequena, o que diferencia os dois tipos. A sua produção é feita com malha hexagonal de dupla torção e a formação é distinta compostas por base e tampa, conforme a Figura 25.

Figura 25 - Elementos do gabião tipo colchão reno.



Fonte: BARROS, 2017.

Uma vez determinado o tamanho, o colchão é enviado para o local identificado no projeto e preenchido. O enchimento pode ser feito manualmente ou com auxílio mecânico, conforme se observa na Figura 26:

A execução do gabião tipo colchão inicia-se retirando a base das peças e esticando a estrutura metálica sobre o local onde serão montadas. Recomenda-se o uso de sarrafos para o posicionamento corretos das dobras que servirão de guias para a altura do colchão (PEREIRA, 2018).

Figura 26 - Enchimento do gabião colchão reno.



Fonte: MACCAFERRI, 2010.

4 ESTUDO DE CASO NO CÓRREGO DA ÁGUA FRIA

O córrego Água Fria, localizado no Município de Anápolis- GO possui uma extensão de aproximadamente 3.639 metros e duas nascentes, conforme se demonstra na Figura 27. Uma delas nasce cerca de 200 metros da BR-153 nos trópicos e cruza a rodovia, e a outra nascente se encontra entre a Rua 41 e a Avenida Juscelino Kubitschek desaguando no córrego Cascavel, que deságua no Rio das Antas.

Figura 27 - Nascentes do Córrego da Água Fria.



Fonte: FERNANDES, 2020.

De acordo com estudo realizado de Fernandes, Santos e Bizzinotto (2020), a Figura 28 mostra algumas das rotas fluviais dentro da cidade de Anápolis, passando por vários bairros residenciais e comerciais. Relatando ainda que o córrego Água Fria passou por um processo de ocupação que teve início na década de 1950, onde houve um grande crescimento imobiliário na cidade.

Figura 28 - Ocupação das margens do Córrego Água Fria- década de 1950.



Fonte: Plano Municipal de Drenagem Urbana de Anápolis (adaptado).

A pesquisa mostra que a cidade se desenvolve em linha reta ao norte em direção à saída da colônia agrícola do país de Goiás. Essa marcha ao longo do leito do rio, apoiada pela exploração das margens do rio e pela crescente ocupação da área da microbacia, pode ter contribuído com a aceleração do processo de degradação ambiental e desmatamento nas margens do córrego Água Fria (BORGES, 1975).

Nas décadas seguintes o processo de ocupação da microbacia do córrego Água Fria aconteceu muito rapidamente, de forma indiscriminada provocando seria degradação ambiental. Na Figura 29 é possível verificar de roxo a ocupação anterior a década de 1980 e em amarelo toda área ocupada apenas durante essa década.

Figura 29 - Ocupação da microbacia no Córrego Água Fria – Década de 1980.



Fonte: Plano Municipal de Drenagem Urbana de Anápolis (adaptado).

Dados históricos dos municípios mostram que a ocupação de áreas ambientais próximas às hidrovias segue, em sua maioria, tendências nas cidades brasileiras. No entanto, a microbacia Água Fria tem as características únicas de seus fatores motivacionais ocupacionais na exploração de suas margens para a extração de ouro de aluvião, e as condições de vulnerabilidade dessas ocupações são debatidas especificamente, em contraste com propriedades de grande valor econômico, em contraposição às mais diversas situações moralmente marginalizadas localizadas às margens dos córregos urbanos (FERNANDES, 2020).

Imagens recentes evidenciam que todo o curso do Córrego Água Feia se encontra desprotegido tendo em vista a extinção das matas ciliares e o processo de ocupação não considera o distanciamento mínimo previsto pela legislação, ou seja, as construções tanto residenciais quanto comerciais ficam bem próximas do curso da água, como ilustra a Figura 30.

Figura 30 - Imagens atuais do Córrego Água Fria.



FONTE: FERNANDES & NEVES, 2020.

Um importante é desempenhado pelas matas ciliares na proteção dos rios e sua conservação, haja vista que essas contribuem com a conservação e restauração, bem como proporcionam uma qualidade de vida à fauna e flora, com suas funções ambientais e ecológicas, tanto para a natureza quanto para os seres humanos (PANIZZA, 2016).

O crescimento urbano e populacional traz problemas ambientais e de gestão, demandando questões e direitos como habitação, saúde, infraestrutura, educação e outras condições inerentes à dignidade da pessoa humana. Com o crescimento da cidade, riachos e lagoas foram preenchidos, encostas foram derrubadas e margens de rios e áreas naturais foram ocupadas. Nas cidades brasileiras, a ampliação das fronteiras urbanas para a construção de conjuntos habitacionais e até mesmo para regular o trabalho autônomo é uma realidade (BRAGA, 2001).

Assim, pode-se observar que a área da bacia do Córrego Água Fria encontra-se totalmente urbanizada, o que, para Santos (1993), se caracterizam como uma urbanização empresarial, causando degradações ambientais e impactos na qualidade de vida dos moradores locais. As cidades brasileiras começam a demonstrar, principalmente nas últimas três décadas, que as concentrações populacionais são altas.

Na visão de Costa *et al*, (2016), a relação que existe entre o crescimento das cidades e os rios é histórica, na qual, o povo, sempre buscou construir próximo aos rios em razão da fertilidade do solo que ali existem, além de questões estratégicas em razão do abastecimento hídrico.

Contudo, é forma indiscriminada e sem planejamento o que leva ao processo de degradação, levando à destruição de vários recursos naturais, dentre eles, a água que é imprescindível para a sobrevivência humana.

Importa ressaltar que o processo de desmatamento que levou a extinção das matas ciliares do Córrego Água Fria, não aconteceu apenas no perímetro urbano. Estudo de Fernandes (2020), mostrou que aspectos que envolvem a degradação das planícies fluviais dos córregos Água Fria estão associados à ocupação irregular, desmatamento (incluindo nascentes), como mostra a Figura 31, poluição direta da água por resíduos sólidos, lixo ciliar ineficaz tratamento, falta de manutenção de tubulações de águas pluviais, ligação irregular de redes de esgoto em tubulações de águas pluviais, descarga direta de esgoto residencial.

Figura 31 - Nascente localizada próxima à Br- 153.



FONTE: FERNANDES, 2020.

A exacerbação desse processo (assoreamento) geralmente é resultado de atividades humanas e está diretamente relacionada ao aumento da erosão pluvial, práticas agrícolas inadequadas e infraestrutura de urbanização instável, bem como alterações, desvios, etc. de barragens à velocidade dos cursos d'água.

Silva *et al.* (2010) entendem que o aumento de degradações das bacias hidrográficas faz com que sejam necessários ao desenvolvimento de projetos de gestão e a criação de ações capazes de controlar seu crescimento de forma eficaz, que promova seguranças àqueles que ali habitam próximos e proteção ao meio ambiente.

Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998) descrevem o assoreamento como um processo pelo qual partículas sólidas (sedimentos) se acumulam em meio aquoso, que ocorre quando as

forças dos carreadores naturais são superadas pela gravidade ou quando a supersaturação da água permite a sedimentação.

Ressalta-se, como problema relacionado ao Córrego Água Fria o assoreamento, que pode ser observado na Figura 32.

Figura 32 - Assoreamento Água Fria.



FONTE: FERNANDES, 2020.

Diante das realidades atuais, Fernandes (2020) destaca a urgência da gestão dos recursos hídricos no córrego Água Fria, em Anápolis (GO), pois apresenta desafios ambientais, sejam altos níveis de erosão, ou excepcionais.

Para Fernandes, Santos e Bizzinotto (2020), a falta de um planejamento urbano e regional resultou no crescimento desordenado da população nas cidades e no surgimento de assentamentos humanos informais como ocupações irregulares, clandestinos e a proliferação de áreas urbanas degradadas e de risco.

Dentro da cidade o Córrego passa no Bairro JK, área urbana da cidade, conforme apresentado nas Figuras 33 a 38:

Figura 33 – Moradia próxima ao córrego Água Fria no bairro JK.



Fonte: AUTORAL, 2022.

Figura 34 - Córrego Água Fria que passa pelo bairro JK



Fonte: AUTORAL, 2022.

Figura 35 - Uso do gabião no parque do praia no Bairro JK.



Fonte: AUTORAL, 2022.

Figura 36 - Uso do gabião no parque do praia no Bairro JK.



Fonte: AUTORAL, 2022.

Figura 37 - Construções próximo ao córrego Água Fria no bairro Jardim Europa



Fonte: AUTORAL, 2022.

Figura 38 - Situação do Água Fria no bairro Jardim Europa perto do antigo bretas.



Fonte: AUTORAL, 2022.

Segundo Fernandes, Santos e Bizzinotto (2020), no entorno da cidade, o córrego Água Fria passa por diversos bairros como o Novo Jundiaí, Bairros JK, Setor Tropical, Setor Nova Capital, Jardim Europa, Vila Celina e Vila Santa Maria de Nazaré, e em áreas residenciais, passando perto de lojas, escolas, etc

Conforme demonstrado nas figuras 39 e 40 fica claro que em alguns poucos pontos existem alguns usos de gabião, não é possível ainda precisar exatamente a quantidade exata que está sendo utilizada, para isso é necessários maiores estudos.

Figura 39 - Uso do gabião no bairro vila Santa Maria de Nazareth



Fonte: AUTORAL, 2022.

Figura 40 - Uso do gabião no bairro vila Santa Maria de Nazareth



Fonte: AUTORAL, 2022.

O córrego Água Fria possui algumas peculiaridades que dificulta a análise dos problemas, ele não é limpo, a sua água não é potável, então não tem muito incentivo para melhoramento e despoluição, conforme Figura 41.

A Figura 42, mostra gabiões realizados no Córrego água Fria que passa no bairro Anápolis City, em que se ressalta ser encontrados estruturas de gabiões também dentro do rio, visando maior proteção ao mesmo:

Figura 41 - Peculiaridades do córrego Água Fria.



Fonte: AUTORAL, 2022.

Figura 42 - Bairro vila Santa Maria de Nazareth.



Fonte: AUTORAL, 2022.

Existe uma baixa pressão social para o uso de contenção (no caso proposto foi o recomendado o uso de gabião, por ser viável, econômico e funcional) por um fator ambiental: esse córrego passa um período do ano em níveis baixos e sem causar transtornos à população,

que somente enxerga a problemática quando ele enche e transborda, trazendo transtornos no trânsito e prejuízos aos moradores próximos as margens.

Nesse momento é cobrado do Poder público uma solução, que pelo tempo será emergencial e paliativa, sem planejamento, tornando onerosa e ineficaz.

Deve-se buscar maneiras de proteger o Córrego Água Fria, preservando sua área, evitando assim o ônus econômico e social causados pelos desastres ou problemáticas advindas de má gestão ambiental.

A solução proposta considera que existem muitas vantagens na utilização do muro de gabião, dentre elas, Pereira (2018), destaca:

As principais vantagens deste muro são:

- Flexibilidade: Permite que o muro sofra recalques e deformações sem romper.
- Permeabilidade: Que facilita a drenagem do muro sem que tenha necessidade de usar barbacãs ou processos similares, tornando o muro autodrenante.
- Agilidade e facilidade durante a execução do muro: Facilitando a mão-de-obra que não precisa ser muito qualificada.
- Baixo impacto ambiental: A vegetação local se integra com o muro.
- Baixo custo: Devido ao uso de materiais naturais e mão de obra não especializada (PEREIRA, 2018).

Ao analisar o orçamento da Prefeitura Municipal de Anápolis (no anexo), é possível verificar que o custo não é elevado, considerando o benefício social que apesar de ser uma área de preservação ambiental, terá.

Para Fernandes, Santos e Bizzinotto (2020), além disso, é pertinente evidenciar que a falta de políticas públicas para cuidado e manutenção dos recursos hídricos como um todo é uma constante no município de Anápolis, tendo em vista o pouco investimento em pesquisa e elaboração de projetos que visem a conservação dessas áreas.

5 CONCLUSÃO

Com a realização do presente estudo foi possível compreender que existem inúmeros problemas causados pela devastação do solo e do meio ambiente em geral. No caso estudado o Córrego Água Fria apresenta trechos com danos sem nenhum cuidado, acumulando lixo e sem a devida proteção da mata ciliar o que acarreta em um curso d'água descoberto e sem proteção.

Na pesquisa realizada teve como objetivo a apresentação do uso do sistema de contenção de Gabião, que é uma modalidade de contenção que possui um custo relativamente baixo, considerando os benefícios advindos da aplicação desse método, e que possui execução simples e prática

Os danos abordados foram às erosões, inundações ou alagamentos e deslizamentos. A administração pública municipal deve utilizar meios de contenção e correção dos pontos de alagamento do Córrego Água Fria, por ser um córrego que atravessa vários bairros centrais da cidade. Deve ainda criar e estabelecer Leis que utilize os recursos disponíveis para aplicação no Meio ambiente local

A sociedade tem um papel fundamental nessa cobrança por soluções viáveis e funcionais, porque ela é mais atingida, quando se fala em meio ambiente e sua preservação, uma vez que todos vão ganhar com o devido tratamento do Córrego, o mercado imobiliário e a sociedade como um todo.

5.1 SUGESTÕES PARA AS PESQUISAS FUTURAS

Como Como aplicação do trabalho realizado indica-se que seja efetivamente implantado o método de gabião para conter erosões e alagamentos tão comuns em épocas chuvosas na cidade. E dessa forma, evitar tragédias que muitas vezes não se limitam somente aos danos materiais.

É fundamental que as autoridades locais estimulem a criação de políticas públicas voltadas para revitalização desse córrego, diminuição da poluição seja de lixos ou de resíduos descartados em seu leito.

Este foi um estudo inicial, que futuramente deverá ser melhorado e expandido, pois é potencialmente viável e traria soluções para toda a cidade de Anápolis-GO, cidade em que foi realizada a pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **São Paulo tem maior congestionamento do ano.** Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2013-03-08/sao-paulo-tem-maiorcongestionamento-do-ano>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

AYRES, Ana Carolina. **Variabilidade e Desastres Naturais da Região do Vale do Paraíba/SP: Passado e Futuro.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Taubaté, São Paulo, 2010.

BARROS, Pécio L. A.; FRACASSI, Gerardo; DURAN, Jaime S.; TEIXEIRA, Alexandre M. **Manual Técnico: Obras de Contenção.** 1 ed. São Paulo: MACCAFERRI, 2017.

BASSUL, J. R. **Reforma urbana e estatuto da cidade.** EURE, Santiago, v. 28, n. 84, p.133-144, 2002.

BISPO, Telma Cavalcanti. LEVINO, Natallya de Almeida. **Impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação desordenada do solo: Um estudo da região da periferia de Maceió/AL,** 2011. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_143_901_18402.pdf. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

BRAGA R. **Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre plano diretor e o zoneamento urbano.** In P. F. Carvalho & R. Braga (Org.). *Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias* (pp. 95-109). Rio Claro: LPM-UNESP, 2001.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRITO, Annanery de Oliveira. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal.** Dissertação de mestrado em Engenharia Florestal. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Brasília/DF, p. 77. 2012.

CNN BRASIL. **Notícias.** 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/temporal-deixa-sete-mortos-e-cidades-turisticas-alagadas-no-rio-de-janeiro/> Acesso em: 29 de abril de 2022.

COBRADE, **Codificação e classificação Brasileira de Desastres.** 2012. http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f9cdf8bf-e31e-4902-984e-a859f54dae43&groupId=10157. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

COSTA, SMF. Crescimento urbano e ocupação de várzea em pequenas cidades da Amazônia: uma discussão premente. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, Vol. 20 (2016), n.1, p. 114-129 ISSN: 2236-4994 DOI: 10.5902/2236499419094.

DALLA CORTE, A. P.; HENTZ, A. M. K.; DOUBRAWA, B.; SANQUETTA, C. R. Environmental fragility of Iguazu river watershed, Paraná, Brazil. *Bosque*, v. 32, n.2, p. 287-297, 2015.

DOMINGUES, P. C. **Indicações para projeto de muros de arrimo em concreto armado, dissertação de mestrado.** Universidade de São Paulo, São Carlos – SP. 1997.

FERES, Roberto. **Análise de processos de erosão acelerada, com base em fotografias aéreas e geoprocessoamento; Bacia do Rio Bonito (Descalvado, SP).** Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP. 2002.

FERNANDES, C.E. **Planejamento urbano e políticas públicas de gestão dos recursos hídricos: O caso do Córrego Água Fria em Anápolis (GO).** Dissertação de Mestrado, Centro Universitário Alves Faria. Goiânia, 2020.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica.** In GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand, p.123-194. 1996.

FERREIRA, Robson Soares. Et al. **Deslizamentos De Terra E Rocha: Impactos Ambientais E Sociais, Como Prevenir.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 04, Vol. 04, pp. 94-101 abril de 2019. ISSN: 2448-0959.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo dicionário Aurélio*. 2. ed. rev. aum. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

GERSCOVICH, D; DANZIGER, B; SARAMAGO, R. **Contenções: teoria e aplicação em obras.** Oficina de textos Editora, 2016.

GERSCOVICH, D.M. S. **Estruturas de contenção muro de arrimo.** 2007. Disponível em: <http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2015.

GROSTEIN, Maria Divina. *Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”.* **São Paulo em Perspectiva**, jan./mar. 2001, vol.15, no.1, p.13-19. In *Efetividade do Planejamento Urbano e Regional: a Cidade Planejada e a Cidade Real*. III Encontro da ANPPAS 23 a 26 de maio de 2006. Brasília – DF

GUIMARÃES Renato Fontes et al. **Movimentos de Massa. In: FLORENZANO, T.G. (Org.): Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

INFANTI JÚNIOR N, FORNASARI FILHO N. **Processos de dinâmica superficial.** In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. *Geologia de engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. p. 131-152.

INSTITUTO CLARO. **Educação.** 2020. Disponível em: <<https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-ensinar/planos-de-aula/erosao-dos-solos-e-deslizamentos-de-encostas-nas-areas-urbanas/>> Acesso em: 29 de abril de 2022.

LUIZ, Bruna Julianelli. **Projeto Geotécnico de uma estrutura de contenção em concreto.** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola Politécnica/Curso de Engenharia Civil, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011764.pdf>>. Acesso em 20 de abril de 2022.

MACCAFERRI DO BRASIL LTDA. Gabiões e outras soluções em malha hexagonal de dupla torção: necessidades e soluções. Publicação Técnica. 2010.

MACHADO RR; ZACARIAS GM. Análise de Risco de Deslizamento. Revista Ordem Pública e Defesa Social, v. 9, n. 1, 2016, p. 79-92.

MARCHETTI, Osvaldemar. **Muros de arrimo.** I a edição - São Paulo: Blucher, 2007.

MELO, Roseli Freire de. GIONGO, Vanderlise. DEON, Diana Signor. ANJOS, José Barbosa dos. Agricultura familiar dependente de chuva no semiárido. Capítulo 12: **Uso e manejo do solo,** 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208488/1/Uso-e-manejo-do-solo.pdf>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário.** 4. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 1980. 194p.

MOLITERNO. Antônio. **Caderno de muros de arrimo.** São Paulo: Edgard Blucher, 1980, ed. 2.

MORAIS, Roberto Prado de. SILVA, Nislaine Caetano. NASCIMENTO, Adriana Sousa do. **Remanescentes de vegetação de cerrado no município de Anápolis: Mapeamento e análise da cobertura da terra.** I Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente, 2010.

NUNES, Juliana Faria. ROIG, Henrique Llacer. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa 1. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.39, n.1, p.25-36, 2015.

ONODERA, Leny Tiemi. Uso de gabiões como estrutura de contenção. 2005. 63 p. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2005.

PANIZZA AC. **A importância da Mata ciliar: Entenda por que as formações vegetais ciliares são essenciais para os ecossistemas e para os recursos hídricos.** São Paulo. 2016.

Disponível em: <http://www.cartaeducação.com.br/aulas/a-importância-da-mata-ciliar>. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

PEREIRA, Caio. **O que é Gabião, principais tipos, vantagens e desvantagens**. Escola Engenharia, 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/gabiao/>. Acesso em: 28 de outubro de 2021.

PINHEIRO, Adilson. BERTOLDI, Jader. VIBRANS, Alexander Christian. KAUFMANN, Vander. DESHAYES, Michel. Uso do Solo na zona ripária de bacias agrícolas de pequeno a médio porte. **Revista Árvore**, v.35, n.6, p. 1245- 1251, 2011.

PINTO, Victor Carvalho. **Ocupação irregular do solo urbano: o papel da legislação federal**. Jus Navigandi, Teresina, ano 11, n. 1149, 24 ago. 2006. Disponível em: Acesso em: 30 de abril 2022.

RIMOBLOCO. **Engenharia Geotécnica Contenção de Taludes**. 2022. Disponível em: rimobloco.com.br. Acesso em 01 de maio de 2022.

ROSA FILHO, Armando. CORTEZ, Ana Tereza Castro. **Os deslizamentos de encostas nas favelas em áreas de risco da “suíça brasileira”**. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIMPOGEO), 1., 2008, Rio Claro. Anais... Rio Claro: SIMPOGEO, 2008, p. 02-18.

SANTANA, Ana Luiza da Silva. ARAÚJO, Glaucio Luciano. **Erosão do solo em uma propriedade rural no município de Abre Campo (MG)**. III Seminário Científico da FACIG / II Jornada de Iniciação Científica da FACIG, 2017.

SANT'ANA, Kariza Dias Andrade. NUMMER, Andrea Valli. **Estudos sobre processos erosivos na geografia brasileira: Período: 2004 -2010**.Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/ebook01/Art.11.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2021.

SANTOS, Pedro Silva; TARGA, Marcos Silva; SANTOS JUNIOR, Paulo Soares. **Uma Discussão Reflexiva sobre o impacto recorrente de infiltração nos rios, resultante da má utilização do uso do solo pelo homem**. Anais do SERENS: Seminário sobre Energias Renováveis, Eficiência Energética e Sustentabilidade. IFBA Campus Camaçari, 2020.

SANTOS M. **Hucitec**. São Paulo. 1993

SILVA LC da. Manejo de rios degradados: uma revisão conceitual. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03 (2010) 23-32. Disponível em: <https://www.erambiental.com.br/var/userfiles/arquivos69/documentos/12684/ManejoRiosDegradadosRevisaoConceitual.pdf>. Acesso em: 18 de novembro de 2021.

SILVA, Paula Juliana. Uso e Ocupação do Solo Urbano: Uma análise dos impactos ambientais nas áreas de dunas no bairro de Felipe Camarão/Natal-RN. **Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Holos**, Ano 31, Vol. 5 UFRN, 2015.

SILVA NETO, Miguel Veríssimo da. **Solução de contenção para um deslizamento de terra na cidade de Serra Redonda – PB**. Universidade Federal da Paraíba- UFPB. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13663>>. Acesso em 26 de abril de 2022.

SOARES, C. R. et al. **Estudo de caso: método construtivo do muro de arrimo no Residencial Dom Osório Stoffel no município de Rondonópolis-MT**. 2012. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade Anhanguera de Rondonópolis-FAR, Rondonópolis, 2012.

SOLOTRAT. **Engenharia Geotécnica**. 2022. Disponível em: <<http://www.solotrat.com.br/cortinas-atirantadas>> Acesso em 20 abril de 2022.

STEFANOSKI, Diane C. SANTOS, Glenio G. MARCHÃO, Robélio L. PETTER, Fabiano A. PACHECO, Leandro P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.12, p.1301–1309, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Kqq4dHBX4yfnxwWFTpqBVzb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

TEIXEIRA, I. J. R. **Estudo comparativo de duas alternativas para contenção de taludes verticais: solo grampeado e cortina atirantada**. 2011. 106 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) -Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS, Feira de Santana, BA, 2011.

TEODORO, *Pacelli Henrique Martins*. NUNES, *João Osvaldo Rodrigues*. Os alagamentos em Presidente PrudenteSP: um trabalho interdisciplinar embasado no mapeamento geológico. **Revista Formação**, n.17, volume 2 – p. 81-102. São Paulo, 2007.

TOMINAGA, Lídia Keiko. **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba**, SP. 2007. 220 f. Tese (Pós-graduação em Geografia Física), Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2007. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/.../8/.../TESE_LIDIA_KEIKO_TOMINAGA.pdf>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

USDA-NRCS. **Erosion and sedimentation on construction site** Urban Technical Note Nº 1, march, 2000b. Capturado em 15 de maio de 2002. Online. Disponível na Internet <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/pdf/u02d.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2021.

VARGAS, L. V. de; CARDIAS, M. E. de M.; SOUZA, B. S. P. **Deslizamentos e Erosão Superficial em Itaara/RS. Fundamentação como Subsídio ao Mapeamento de Feições Geomorfológicas**. XVI. Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão. Anais... Santa Maria: UNIFRA, 2012.

YONAMINE, Leonardo Colombarolli. **Análises de propostas de estruturas de contenção utilizando diferentes softwares.** Florianópolis, 2019, 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/202867>> Acesso em: 30 de abril de 2022.

ZANELLA, M.E., OLIMPIO, J. L. S., COSTA, M. C. L, DANTAS, E.W.C. 2013. **Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE.** Revista Sociedade e Natureza 2, 317-332.

ANEXO I

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANÁPOLIS
 SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS, SERVIÇOS URBANOS E HABITAÇÃO
 OBRA: CANALIZAÇÃO DE TRECHO DO CÓRREGO ÁGUA FRIA
 LOCAL: CONTINUIDADE DO CANAL EXECUTADO TAC SEI - BRETAS
 DATA:14/10/2016



PLANILHA ORÇAMENTÁRIA CONSIDERANDO 10 METROS DE CANAL (FRAÇÃO IDEAL)

| ITEM | DESCRIÇÃO | UNID | QUANTIDADE | CUSTOS UNITÁRIOS (R\$) MAT + M.O. | CUSTOS TOTAIS (R\$) MAT + M.O. | TABELA | CÓDIGO |
|---------------------------|---|---------------------|------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------|
| 1 | CANALIZAÇÃO DE CÓRREGO 10 metros | | | | | | 126 |
| 1.1 | GABIÕES (1,00 M) | m ³ | 136,00 | R\$ 382,43 | R\$ 52.010,48 | AGETOP OB. ROD. | 42800 |
| 1.2 | GABIÕES (0,5 M) | m ³ | 22,00 | R\$ 461,48 | R\$ 10.152,56 | AGETOP OB. ROD. | 42805 |
| 1.3 | COLCHÕES RENO (0,3 M) | m ³ | 12,00 | R\$ 491,10 | R\$ 5.893,20 | AGETOP OB. ROD. | 42810 |
| 1.4 | ENROCAMENTO DE PEDRA JOGADA | m ³ | 40,00 | R\$ 98,20 | R\$ 3.928,00 | AGETOP OB. ROD. | 42850 |
| 1.5 | GEOTEXTIL - BIDIM RT-16 OU EQUIVALENTE | m ² | 100,00 | R\$ 7,91 | R\$ 791,00 | AGETOP OB. ROD. | 45575 |
| 1.6 | TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS | m ³ x Km | 7.350,00 | R\$ 0,57 | R\$ 4.189,50 | AGETOP OB. ROD. | 40455 |
| TOTAL DO ORÇAMENTO | | | | | R\$ 76.964,74 | | |
| | | | | | BDI 21,35% | INCLUSO NO PREÇO UNITÁRIO | |

- 1- Foi desconsiderado neste orçamento toda movimentação de terra necessária, sendo este serviço executado pela Secretaria de Obr
 2 - Foi desconsiderado neste orçamento o desmatamento de vegetação existente e sua remoção, sendo este serviço executado pela
 3 - Este orçamento refere-se a fração constante de canal de 10 metros de comprimento
 6 - Será disponibilizado máquina escavadeira hidráulica para melhor andamento dos serviços e redução de custos para prolongamen

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA POR METRO LINEAR DE CANAL (FRAÇÃO IDEAL / 10)

| ITEM | DESCRIÇÃO | UNID | QUANTIDADE | CUSTOS UNITÁRIOS (R\$) MAT + M.O. | CUSTOS TOTAIS (R\$) MAT + M.O. | TABELA | CÓDIGO |
|---------------------------|--|---------------------|------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------|
| 1 | CANALIZAÇÃO DE CÓRREGO 1 metros | | | | | | 126 |
| 1.1 | GABIÕES (1,00 M) | m ³ | 13,60 | R\$ 382,43 | R\$ 5.201,05 | AGETOP OB. ROD. | 42800 |
| 1.2 | GABIÕES (0,5 M) | m ³ | 2,20 | R\$ 461,48 | R\$ 1.015,26 | AGETOP OB. ROD. | 42805 |
| 1.3 | COLCHÕES RENO (0,3 M) | m ³ | 1,20 | R\$ 491,10 | R\$ 589,32 | AGETOP OB. ROD. | 42810 |
| 1.4 | ENROCAMENTO DE PEDRA JOGADA | m ³ | 4,00 | R\$ 98,20 | R\$ 392,80 | AGETOP OB. ROD. | 42850 |
| 1.5 | GEOTEXTIL - BIDIM RT-16 OU EQUIVALENTE | m ² | 10,00 | R\$ 7,91 | R\$ 79,10 | AGETOP OB. ROD. | 45575 |
| 1.6 | TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS | m ³ x Km | 735,00 | R\$ 0,57 | R\$ 418,95 | AGETOP OB. ROD. | 40455 |
| TOTAL DO ORÇAMENTO | | | | | R\$ 7.696,47 | | |
| | | | | | BDI 21,35% | INCLUSO NO PREÇO UNITÁRIO | |

- 1- Foi desconsiderado neste orçamento toda movimentação de terra necessária, sendo este serviço executado pela Secretaria de Obr
 2 - Foi desconsiderado neste orçamento o desmatamento de vegetação existente e sua remoção, sendo este serviço executado pela
 3 - Este orçamento refere-se a fração unitária de canal de 1 metro de comprimento
 4 - Preço unitário por metro de gabião conforme seção projetada = R\$7.696,47 / m
 5 - Considerando recurso disponível de R\$509.100,00 podem ser executados aproximadamente = 70,00 metros de canalização
 6 - Será disponibilizado máquina escavadeira hidráulica para melhor andamento dos serviços e redução de custos para prolongamen