



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Bruno Rodrigues Mouzinho

ESTUDO DA EROSÃO EXISTENTE NO PARQUE CESAMAR, PALMAS – TO.

Palmas – TO

2018

Bruno Rodrigues Mouzinho
ESTUDO DA EROSÃO EXISTENTE NO PARQUE CESAMAR, PALMAS – TO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.e Edivaldo Alves dos Santos.

Bruno Rodrigues Mouzinho
ESTUDO DA EROSÃO EXISTENTE NO PARQUE CESAMAR, PALMAS – TO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.e Edivaldo Alves dos Santos.

Aprovado em: ____/____/____

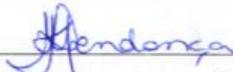
BANCA EXAMINADORA



Prof. M.e Edivaldo Alves dos Santos

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Esp. Kenia Parente Lopes Mendonça

Professora Avaliadora

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. D.ra Michele Ribeiro Ramos

Professora Avaliadora

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

Dedico esse trabalho à minha família e amigos, que sempre contribuíram muito com a minha bagagem de conhecimento. Eles foram responsáveis pela maior herança da minha vida: meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado chegar até aqui, por me ter dado discernimento para atingir mais um objetivo. Agradeço a minha família por toda paciência e dedicação que tiveram, principalmente ao meu avô Manoel Rodrigues Damacena, que com seu exemplo me fez escolher essa profissão e a minha avó Maria das Graças Gama Damacena, que sempre me animava em nunca desistir, e aos meus pais, Marcia Adriane Rodrigues Gama, que sempre me apoiou a não desistir dos meus sonhos e Hoston Cruz Mouzinho, por ter contribuído com esse sonho.

Agradeço aos meus mestres que sempre estiveram dispostos em contribuir com seu conhecimento, dando aquilo que nenhum dinheiro compra. Especialmente ao meu orientador M. Sc. Edivaldo Alves dos Santos, pela paciência e dedicação para que esse trabalho fosse concluído com êxito. Por fim, agradeço a minha instituição, CEULP/ULBRA, por ter fornecido um ensino de qualidade, oferecendo ferramentas que permitiram chegar até ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

“ Seu trabalho vai preencher boa parte da sua vida e a única maneira de ser verdadeiramente satisfeito é fazer o que acredita ser um ótimo trabalho. E a única maneira de fazer um ótimo trabalho é amar o que faz. ”

Steve Jobs

RESUMO

MOUZINHO, Bruno Rodrigues. **Estudo da erosão existente no Parque Cesamar, Palmas – TO**. 2018. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

O presente trabalho discute o processo erosivo existente no Parque Cesamar, localizado na Cidade de Palmas – TO. Tendo em vista que é de suma importância a conservação do meio ambiente e a conservação do solo, este trabalho tomou um âmbito teórico e prático, para elencar o processo erosivo que persiste em um dos principais parques da cidade de Palmas – TO. A fim de buscar um maior conhecimento do objeto estudado e de levantar dados, foi protocolado expediente junto a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos do Município de Palmas/TO, com objetivo de obter dados da área estudada. Posteriormente, foi feita a pesquisa de campo, realizando registros fotográficos e a caracterização das características do solo por meio tátil-visual, juntamente com uma pedóloga. A análise da pesquisa obteve um resultado positivo onde, de acordo com os dados fornecidos pela Secretaria e visitas *in loco*, foi possível elencar a erosão existente, que de acordo com o estudado é de caráter hídrico, potencializada pela rede de macrodrenagem, falta de cobertura, topografia e falta de intervenções eficientes. Diante das propostas elencadas, foi dimensionado um canal com contrações, para que assim fosse possível dissipar a energia que chega ao local, executando - a em gabioes. Evidenciando assim que o profissional da Engenharia Civil atuante na área é de suma importância para a sociedade, apresentando as propostas tecnicamente eficientes e viáveis.

Palavras-chave: Erosão. Parque Cesamar. Voçoroca. Erosão Hídrica. Gabião.

ABSTRACT

MOUZINHO, Bruno Rodrigues. **Study of erosion in the Cesamar Park, Palmas - TO**. 2018. 78 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2018.

The present work discusses the erosive process existing in the Cesamar Park, located in the City of Palmas - TO. Considering that conservation of the environment and soil conservation are of paramount importance, this work has taken on a theoretical and practical scope to illustrate the erosive process that persists in one of the main parks in the city of Palmas. In order to obtain a better knowledge of the studied object and to collect data, a file was filed with the Secretariat of Infrastructure and Public Services of the Municipality of Palmas / TO, aiming to obtain data of the studied area. Subsequently, the field research was carried out, carrying out photographic registration and the characterization of the soil characteristics by tactile-visual means, along with a pedologist. The analysis of the research obtained a positive result where, according to the data provided by the Secretariat and on-site visits, it was possible to list the existing erosion, which according to the study is of water character, potentiated by the macrodrainage network; lack of coverage; topography and lack of efficient interventions. In front of the proposals listed, a channel with contractions was designed, so that it was possible to dissipate the energy that arrives at the place, executing the one in gabion. Thus demonstrating that the Civil Engineering professional working in the area is of the utmost importance to society, presenting the technically efficient and feasible proposals.

Keywords: Erosion. Cesamar Park. Voçoroca. Water Erosion. Gabion.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de Gabião tipo Caixa.	31
Figura 2 - Exemplo de Gabião tipo Colchão.	32
Figura 3 - Exemplo de Gabião tipo Saco.....	32
Figura 4 - Tipos de Ruptura.....	33
Figura 5 -Forças atuantes sobre a estrutura.	33
Figura 6 - Verificação Deslizamento.....	34
Figura 7 - Verificação Tombamento.	34
Figura 8 - Verificação Carga da Fundação.....	35
Figura 9 - Método de Ruptura Global.	35
Figura 10 - Fluxograma Metodológico.....	36
Figura 11 - Mapeamento da área de estudo.....	37
Figura 12 - Erosão Hídrica, Parque Cesamar.....	42
Figura 13 –Macro drenagem.....	42
Figura 14 – Início da Erosão, Solapamento da Base dos Taludes e Supressão ao decorrer da extensão.	43
Figura 15 – Mapa do Solos do Município de Palmas – TO	44
Figura 16 - Horizontes A, B e C.....	46
Figura 17– Modelo de execução do material polimérico.	47
Figura 18– Área de Influência.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficiente de Rugosidade de Manning (n)	38
Tabela 2 – Geometria da Secção do Canal Hidráulico.....	39
Tabela 3 – Cálculo do Canal.....	39
Tabela 4 – Propriedade dos Geossintéticos.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
BEKAERT	Belgo Bekaert Arames
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
APA	Área de Proteção Ambiental

LISTA DE SÍMBOLOS

MPa	Mega Pascal
m	Metro
W	Peso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.2 HIPÓTESES	16
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 JUSTIFICATIVA	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 CONCEITO GERAL DE EROSÃO	17
2.2 PROCESSOS EROSIVOS	17
2.2.1 Desagregação.....	17
2.2.2 Transporte.....	17
2.2.3 Deposição	18
2.3 FATORES CONDICIONANTES DOS PROCESSOS EROSIVOS	18
2.3.1 Topografia	18
2.3.2 Chuva.....	18
2.3.3 Solo.....	19
2.3.4 Cobertura Vegetal.....	20
2.3.5 Interferência Antrópica.....	20
2.4 TIPOS DE EROSÃO.....	20
2.4.1 Erosão Hídrica	20
2.4.2 Erosão Eólica.....	21
2.4.3 Erosão Marinha	21
2.4.4 Erosão Gravidade	21
2.5 CAUSAS DO PROCESSO DE EROSÃO	21
2.5.1 Splash	21
2.5.2 Energia Cinética da Chuva	21
2.5.3 Ruptura dos Agregados	22
2.5.4 Formação de Crostas e Selagem dos Solos	22
2.5.5 Infiltração e Formação de Poças na Superfície do Solo	22
2.5.6 Início do Escoamento Superficial.....	23

2.5.6.1	Escoamento em Lençol (Sheetflow).....	23
2.5.6.2	Desenvolvimento de Fluxo Linear (Flowline).....	24
2.5.6.3	Desenvolvimento de Microrravinas (Micro – Rills)	24
2.5.6.4	Formação de Microrravinas com Cabeceiras (Headcuts).....	24
2.5.6.5	Desenvolvimento de Bifurcações, Através dos Pontos de Ruptura (Knickpoints)	25
2.6	PRÁTICAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO DE EROSIÃO	25
2.6.1	Prática de Caráter Vegetativos	25
2.6.1.1	Plantas de Cobertura.....	25
2.6.1.2	Cordão de Vegetação Permanente.....	26
2.6.1.3	Quebra Ventos	26
2.6.1.4	Florestamento e Reflorestamento	26
2.6.2	Prática de Caráter Edáfico	27
2.6.2.1	Adubação Verde	27
2.6.2.1	Adubação Química	27
2.6.2.1	Adubação Orgânica	27
2.6.3	Prática de Caráter Mecânico.....	28
2.6.3.1	Plantio em Contorno.....	28
2.6.3.2	Terraceamento	28
2.6.3.3	Canais Escoadouros.....	28
2.6.4	Prática para o Controle de Voçorocas	29
2.6.4.1	Dissipadores de Energia	30
2.6.4.2	Gabião.....	30
2.6.4.2.1	Gabião tipo Caixa	31
2.6.4.2.2	Gabião tipo Colchão	31
2.6.4.2.3	Gabião tipo Saco.....	32
2.6.4.3	Pré Dimensionamento	32
2.6.4.3.1	Determinação das Estabilidades	33
2.6.4.3.2	Determinação dos empuxos.....	33
2.6.4.3.3	Verificação da estabilidade contra o deslizamento da base.....	33
2.6.4.3.4	Verificação da estabilidade contra o tombamento.....	34
2.6.4.3.5	Verificação da capacidade de carga da fundação	34
2.6.4.3.6	Verificação da estabilidade contra a ruptura global	35
3	METODOLOGIA.....	36
3.1	Objeto de Estudo	36

3.2 Levantamento de Dados	38
3.3 Modelo de Dimensionamento Proposto	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICES	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
APÊNDICE A - DIMENSIONAMENTO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ANEXOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

1 INTRODUÇÃO

A erosão consiste no processo de desgaste, transporte e sedimentação do solo. Sendo considerada uma das ações mais prejudiciais para o meio ambiente, causando vários prejuízos, como por exemplo o assoreamento.

De acordo com Camapum et al. (2006) a erosão é associada com a ação de desgaste da superfície terrestre em solo ou rocha, pela ação do vento, da água, do gelo, de organismos vivos – plantas e animais – e pela ação antrópica. O processo erosivo pode ser qualificado quanto à sua origem em dois grandes grupos: erosão geológica ou natural e erosão acelerada ou antrópica.

Tratando-se deste fenômeno, é possível pontuar uma série de fatores que influenciaram o aumento da erosão antrópica, tais como: a ocupação inadequada e desordenada do ambiente urbano, o alto índice de impermeabilização do solo, obras de engenharia como barragem, linhas de transmissão e rodovias, a devastação de áreas de vegetação natural para a agricultura e técnicas agrícolas inadequadas, e o desmatamento das matas ciliares.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2017), é essencial a busca por melhores soluções para a conservação do solo, isso se dá por meio de embasamento teórico dos fatores condicionantes, ainda que existam condições que não se possam modificar de forma direta, com a compreensão do fator condicionante podemos controlar a potencialização ou até mesmo converter a erosão.

A conservação do solo é de suma importância, pois com a utilização desta prática, conseguimos minimizar os impactos ambientais. Conciani (2008) aponta que a efetivação de um estudo bem detalhado, garante um plano preventivo mais eficiente, seguindo parâmetros técnicos que asseguram a eficiência do controle.

Dessa forma, objetivou-se realizar um estudo da erosão existente no Parque Cesamar, localizado na cidade de Palmas, Estado do Tocantins, considerado uma das principais áreas verdes da cidade.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O processo da erosão no Parque Cesamar é decorrente do desprendimento do solo, transporte do material desagregado e a deposição deste material. Isto associado a outros fatores, como, declive acentuado, combinado com a degradação, falta de cobertura vegetal, para amortecer os pingos da chuva, dentre outros fatores, que conseqüentemente provocam efeitos como perda do solo, risco de morte para animais e pessoas, e o assoreamento do córrego Brejo Comprido.

Compreendendo a causa da erosão, qual será a melhor solução de engenharia para o controle da erosão no Parque Cesamar?

1.2 HIPÓTESES

Avaliando, de forma visual, a atual situação do Parque Cesamar, gerou-se a presunção que a erosão existente é hídrica, e que uma possível medida de controle, seriam as utilizações de práticas mecânicas, edáficas ou vegetativas, ou até mesmo a combinação entre elas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Caracterizar o processo de erosão existente no Parque Cesamar, e de posse desses dados, fazer uma análise da melhor aplicação de solução de engenharia para o controle dessa erosão, mostrando suas vantagens.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar o processo da erosão no Parque Cesamar;
2. Elencar as principais causas e problemas desse processo erosivo;
3. Apresentar práticas de controle de erosão;
4. Apresentar de forma esquemática uma estrutura, utilizando a melhor prática de controle da erosão estudada.

1.4 JUSTIFICATIVA

Os danos decorrentes da erosão são consideráveis, levando em conta que o Parque, localizado em uma região centralizada da cidade de Palmas/TO, sofre com grandes pressões, sendo elas: as quadras em seu entorno, por consequência da expansão das áreas pavimentadas, destacando, o considerável volume de água despejado pela rede de macrodrenagem e de caráter ambiental a destruição das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Outro ponto importante é que esse carreamento de materiais origina o assoreamento do lago do parque, que prejudica drasticamente o fluxo hídrico natural do córrego, além de prejudicar a parte estética e levando em conta os altos custo de manutenção, por conta das dragas utilizadas para o desassoreamento.

Diante o exposto, o presente trabalho vem de encontro com os anseios da sociedade, que espera que esse problema seja resolvido, conhecendo a fundo o tipo de degradação existente, elencando práticas de controle erosivos e propondo um modelo de dimensionamento, uma estrutura que seja capaz de conter a erosão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITO GERAL DE EROSIÃO

Proveniente do latim “erodere”, o termo erosão pode ser definida como conjunto de processos pelos quais os materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre são desagregados, desgastados ou dissolvidos e transportados pela ação dos agentes erosivos como água, vento e gelo. (IPT, 1986)

De acordo com Carvalho (2002) o processo erosivo consiste, basicamente, em três eventos sequenciais, caracterizados pelo desprendimento, arraste e deposição de partículas do solo. O desprendimento é definido como a liberação de partículas de agregados, e uma vez desprendidas, elas podem permanecer próximas ao local ou serem transportadas.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2017), o modo de desprendimento e arraste acelerado dos fragmentos do solo é causado pela água e o vento, assim constituindo, sem dúvida, a erosão do solo, a principal causa da destruição acelerado dos terrenos.

Apesar de existir outros tipos de erosão, como a eólica, glacial e organogênica, no Brasil, a erosão hídrica é uma das principais causas da degradação do solo. Esta se processa por meio da desagregação que é ocasionada tanto pelo impacto direto das gotas de chuva e pelas águas que escorrem na superfície. (LEPSCH, 2002)

2.2 PROCESSOS EROSIVOS

2.2.1 Desagregação

Ocorre no momento em que as partículas de chuva atinge a superfície do solo descoberto. Com essa frequência de gotas, ou seja, o aumento de energia cinética da precipitação, chegando em um tipo de solo, com pouca ou nenhuma cobertura vegetal e uma declividade considerada, os agregados são fragmentados em parcelas menores, que em função da intensidade, velocidade e do tamanho das gotas de chuva, pode iniciar um processo erosivo, ou até mesmo potencializar o processo existente. (GALETI, 1973)

2.2.2 Transporte

O transporte da desagregação do solo acontece a partir do o instante em que a intensidade ultrapassa a taxa de infiltração. O escoamento se move no sentido da declividade, podendo também, concentrar em pequenas depressões. Vale ressaltar, que quanto maior a declividade, maior será a sua velocidade de transporte, e com isso a sua capacidade de gerar atrito e desagregação aumenta. (GALETI, 1973)

2.2.3 Deposição

Quando o transporte é cessado, por falta de energia, proveniente da declividade, as partículas carregadas se depositam na menor cota da declividade, e passam a se chamar de sedimentos, por se encontrarem na cota mais baixa da erosão. (GALETI, 1973)

2.3 FATORES CONDICIONANTES DOS PROCESSOS EROSIVOS

A erosão tem sua origem no rompimento do equilíbrio natural no solo, em decorrência de fatores climáticos como a chuva e o vento. Associadas a outros fatores relativos a áreas, sobre a qual a chuva incide, essas forças determinam a intensidade do processo erosivo. Dentre esses fatores destacam-se à ação erosiva da água, a distância percorrida pelo escoamento superficial, a rugosidade superficial do terreno e o volume de cobertura do solo quando da ocorrência da chuva. (PRUSKI, 2006)

2.3.1 Topografia

A topografia do terreno, representada pela diferença de cota, assim como o comprimento, exerce acentuada influência sobre a erosão. A granulometria e a quantidade do maciço em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade do escoamento superficial e resulta em um comprimento do lançante do grau de declive do terreno. BERTONI e LOMBARDI NETO (2017)

Pruski (2006) evidencia que a tensão cisalhante, associada ao escoamento tende a crescer com o aumento da vazão de escoamento, da declividade do terreno e da rugosidade deste. E no caso do aumento da tensão nas paredes do canal, acarretará maior dissipação e, conseqüentemente, maior propensão para a ocorrência de erosão no local. Nas posições de jusante, entretanto, a energia associada ao escoamento superficial é reduzida.

2.3.2 Chuva

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2010), a precipitação é uma das variáveis de maior importância no processo de formação da erosão. A intensidade, por ser também um dos fatores mais importantes, está diretamente ligado ao volume e velocidade da enxurrada, assim como sua duração e frequência.

Os autores complementam dizendo que, a frequência dessa precipitação influencia na potencialização da formação da erosão. Como o teor de umidade do solo é alto, as enxurradas são mais intensas, mesmo com chuvas de menor amplitude. Quando os intervalos são maiores, o solo está seco, e não deverá ocorrer enxurrada em chuvas de baixa intensidade. Já em casos

de longa estiagem, a vegetação pode sofrer por falta de umidade, reduzindo assim, a proteção do terreno.

Meier e Mannering, citados por Derpsch et al. (1991), frisa que a energia cinética das gotas de chuva que caem sobre uma hectare de terra em um ano corresponde à energia liberada por cerca de 50 toneladas de dinamite. Assim, podemos quantificar o quanto a precipitação é de fato um dos fatores de maior importância.

Diante disso, e considerando o volume de precipitação, a intensidade que eles chegam, vinculada à sua duração e precipitação, podemos afirmar que esse fator condicionante tem que ser bem quantificado, para dimensionar algum tipo de estrutura para conter a erosão.

2.3.3 Solo

Os solos são essenciais para a sobrevivência da espécie humana, dos vegetais e dos animais na superfície da terra. Porém, o homem tem dado pouca atenção a esse recurso natural, pelo menos no que diz respeito à sua utilização e conservação. A erosão é um problema que ocorre em escala mundial, principalmente nos países em desenvolvimento, com regimes de chuvas tropicais, sendo considerada por alguns estudiosos como causa e consequência do subdesenvolvimento. (GUERRA, 1996)

De acordo com Prusk (2006), o comportamento do solo diante do processo erosivo é comumente referido na literatura como erodibilidade do solo, que expressa, portanto, a sua susceptibilidade à erosão, constituindo uma propriedade intrínseca que depende da capacidade de infiltração e de armazenamento da água, bem como das forças de resistência do solo à ação da chuva e do escoamento superficial.

O comportamento do solo vai depender da sua espessura e relação textura entre horizontes, ou seja, cada situação deve ser analisada de forma única. Sendo assim, a erodibilidade de um solo deve ser analisada com base em informações sobre sua granulometria e estrutura de permeabilidade.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2017), a erosão não é a mesma em todos os solos, pois as propriedades físicas e as características químicas, biológicas e mineralógicas do solo exercem diferente influências. O material orgânico retém, de duas a três vezes o seu peso em água, aumentando assim a infiltração, com a diminuição das perdas do solo por erosão laminar.

Alguns autores, como Polizer (2004), diz que os solos mais favoráveis para formação de voçorocas são os do tipo arenoso e ácidos, predominando as cores claras nos horizontes mais superficiais.

2.3.4 Cobertura Vegetal

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2017), a cobertura vegetal é uma proteção natural do solo contra a erosão. A consequência da erosão pode ser pontuada como: proteção direta contra o impacto das gotas da chuva; dispersão da água interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água; melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

2.3.5 Interferência Antrópica

De acordo com Panachuki et al. (2006), a erosão é o processo de degradação que mais tem afetado a capacidade produtiva dos solos, facilitada e acelerada por interferência antrópica que, na maioria das vezes, resulta num processo de erosão acelerada.

Não há dúvidas que a interferência humana, potencializa a formação de erosão. Isso porque o ser humano está cada vez mais modificando o meio, através da ocupação desordenada; obras de engenharia, como a de terraplenagem, que causa certas inclinações no terreno; a drenagem, que se não bem planejado pode potencializar a formação de erosões; dentre outras ações. Vale ressaltar, que esses intervenientes, não são apenas nas zonas urbanas, mas também existem nas zonas rurais.

2.4 TIPOS DE EROSÃO

Esse conjunto de movimentação de sedimentos, que é denominado erosão, é dividida em vários tipos, conforme o causador atuante, quais são:

2.4.1 Erosão Hídrica

É uma erosão causada pela ação da precipitação. Via de regra, quando essa precipitação é em baixa intensidade, ela apenas carrega as partículas de solo, mas não em grande escala, já em grande intensidade, pode causar uma maior degradação do local, e pode ser potencializada, caso, o solo exista pouca proteção.

A erosão hídrica pode ser dividida em diferentes formas, quais sejam:

- **Splash:** causada pelo o impacto das partículas da chuva no solo;
- **Laminar:** consiste na perda da cobertura vegetal, por meio do escoamento superficial, decorrentes da chuva;

- **Sulcos:** pode ser considerado como uma das formadoras das grandes erosões, pelo fato que o escoamento da água no solo intensifica o desgaste nos pontos das fendas existentes no terreno;
- **Ravinas:** a partir da precipitação, ao decorrer do tempo, vai abrindo cavidades maiores, que ao longo da extensão do terreno, potencializada pela declividade.

2.4.2 Erosão Eólica

Causada pela ação dos ventos, onde o seu agente, ao longo do tempo, provoca a modelação do solo, rochas e além de gerar o transporte de sedimentos.

2.4.3 Erosão Marinha

Comum em áreas litorâneas, causadas pelo desgaste de rochas e solos, pela água do mar.

2.4.4 Erosão Gravidade

Com maior ocorrência em áreas de declividade acentuada. Pode ocorrer uma grande movimentação de terra, por conta da diferença de cota existente, intensificado pela saturação das partículas de solo.

2.5 CAUSAS DO PROCESSO DE EROSÃO

2.5.1 Splash

Guerra (1999) define por salpicamento, o estágio inicial do processo erosivo, pois há uma preparação das partículas de solo a serem transportada. Esse preparo se dá pela ruptura dos agregados existentes em uma granulometria menor, conseqüentemente, os agregados vão preenchendo os poros da superfície do solo, gerando o selamento, que causa a diminuição da porosidade do solo e aumenta o escoamento superficial.

O Splash não depende apenas da resistência do solo ao impacto gerado, mas também, a energia cinética provocada pelas precipitações, que dependendo da intensidade pode potencializar a ruptura dos agregados, formando assim, as crostas que geram a selagem dos solos. (GUERRA, 1999)

2.5.2 Energia Cinética da Chuva

De acordo com Guerra (1999), um dos fatores determinantes para causar algum tipo de erosão é a energia cinética. O processo erosivo é potencializado a partir dos parâmetros, sendo

eles: as gotas da chuva, que variam no tempo e espaço; e o vento que em uma grande intensidade, combinada com a precipitação potencializa a formação da erosão.

2.5.3 Ruptura dos Agregados

Guerra (1999) considerada como um dos fatores iniciais no processo de erosão do solo, a partir da ruptura do grão, outros fatores que desencadeiam na superfície do solo, no sentido de desestabiliza-lo. Diretamente ligado a energia cinética da chuva, que ao vencer a resistência natural do solo, tende de gerar grãos menores que ao preencher os poros existentes no topo do solo, gera a diminuição de porosidade, que acarreta no aumento de densidade aparente, dando início ao processo de formação da crosta na superfície do terro, que aumentará o escoamento superficial.

Outro ponto importante é o teor de matéria orgânica, que apresenta maior influência em solos com alto teor de silte, combinada com outros fatores condicionantes como: a textura; a densidade aparente; a porosidade; a estrutura; ausência de cobertura vegetal; entre outros; afetando diretamente a ruptura das partículas de solo. Apesar de todos esses fatores, estudos indicam que a medida que o teor de matéria orgânica reduz, aumenta-se a instabilidade dos agregados. (GUERRA, 1999)

2.5.4 Formação de Crostas e Selagem dos Solos

Segundo Guerra (1999), a etapa de formação de crostas e selagem do solo é responsável pela diminuição das taxas de infiltração e, conseqüentemente, aumentam as taxas de escoamento superficial. Isso ocorre a medida que as partículas de solos se rompem e assim inicia-se a formação das crostas.

A grande importância para o processo de erosão é que, a partir do momento em que as crostas se formam, a superfície do local se torna selada, dificultando a infiltração da água das chuvas.

O principal impacto, para a formação de crostas é causado pelas gotas de chuva, que causam a ruptura das partículas de solo, e impermeabiliza a superfície da terra.

2.5.5 Infiltração e Formação de Poças na Superfície do Solo

Este item trata das partículas de água que compõem o ciclo hidrológico, sendo de suma importância no processo erosivo, pois consiste parte da água que cai diretamente no solo, e outra que é interceptada pela cobertura vegetal, que retorna a atmosfera pelo processo de evaporação.

Guerra (1999) aponta que a água é um dos componentes que mais nos preocupa, podendo esta tomar vários caminhos. No caso do processo erosivo, o splash, que ao infiltrar, aumenta o teor de umidade, levando a saturar o solo e, pode se armazenar nas irregularidades do mesmo, formando poças, que eventualmente poderão dar início ao escoamento superficial.

Outro ponto importante é o processo de infiltração, que é de suma importância o entendimento para pontuar a dinâmica da erosão. Segundo Morgan (1986), num espaço de tempo, em que ocorre a precipitação, os espaços entre as partículas de solo preenchem de água, e reduz as forças de capilaridade, de tal forma que as taxas de infiltração decaem, tornando o solo saturado, não permitindo, em um período de tempo, absorver mais água, e conseqüentemente aumenta-se a umidade desse solo, que faz com que a resistência de cisalhamento reduza. O autor, afirma ainda, que com o aumento dessa umidade o solo acaba atingindo o seu limite de liquidez e pode começar a fluir, dando origem à formação das poças.

Antecedendo o escoamento superficial, para a formação das poças, que uma vez saturada o solo, combinado com a irregularidade do terreno, exista concentração de água. Já preenchidas as poças, elas começam a se ligar uma com as outras, e nesse exato momento, inicia o processo de escoamento superficial, o qual dá início ao processo de formação das ravinas. (GUERRA, 1999)

2.5.6 Início do Escoamento Superficial

Conforme a água se infiltra no solo, este satura-se e dá forma às poças na superfície, acarretando o início do escoamento superficial. Esse escoamento pode ser definido em outros tópicos, quais são:

2.5.6.1 Escoamento em Lençol (Sheetflow)

De acordo com Guerra (1999), a água acumulada nas depressões do terreno que começa a escoar pela encosta quando saturado o solo, e as poças já não conseguem mais barrar essa água, a princípio, este processo é denominado como escoamento em lençol, que também pode ser denominado como processo laminar. Mesmo com uma força de cisalhamento existente por conta do fluxo, a mesma é suficiente para o transporte das partículas, mas à medida que este fluxo de água é intensificado, encosta abaixo, ocorre o cisalhamento das partículas do solo, e por fim, a erosão começa a ocorrer a partir de uma distância crítica do topo da encosta.

Nesta etapa, começa a ocorrer uma pequena incisão no solo, em especial, onde o fluxo de água começa a se concentrar, podendo dar início à formação de ravinas.

Dessa forma, nesta etapa a erosão ainda é incipiente, muito localizada e envolve apenas o transporte individual das partículas do solo, que nessa fase inicial detectada, há uma possibilidade de se recuperar a área.

2.5.6.2 Desenvolvimento de Fluxo Linear (Flowline)

Guerra (1999) denomina como fluxo linear, o que precede ao escoamento de lençol, com a presença de grandes concentrações de água. À medida que o fluxo se torna concentrado em canais de dimensões pequenos, em pontos aleatórios da encosta, a profundidade do fluxo aumenta e a velocidade diminui, isto devido ao aumento da rugosidade e queda da energia de fluxo, causado pelo movimento de partículas que são transportadas por esses pequenos canais que estão formando e que são os embriões das futuras ravinas.

A evolução desse escoamento superficial consiste numa considerável concentração de sedimentos no interior do fluxo linear, que faz com que ocorra um grande atrito entre as partículas e o fundo dos canais, potencializando assim, cada vez mais a formação da erosão. (GUERRA, 1999)

2.5.6.3 Desenvolvimento de Microrravinas (Micro – Rills)

Guerra (1999) considera que a maior parcela da água que escoar em superfície está concentrada, contudo, em pequena escala. A turbulência do fluxo aumenta bastante nessa etapa, uma vez que já se encontram o fundo das ravinas, formadas por algumas ondulações, ou rugosidade, advindas do fluxo linear.

A partir dos processos de sedimentação, resultam as irregularidades das microrravinas, que tendem a se ampliar, e conseqüentemente, ocorre o aumento do volume, ficando mais instável, fazendo que o fluxo se torna cada vez mais turbulento. Esse fenômeno faz com que potencialize a erosão, podendo surgir pequenas cabeceiras nas ravinas, que se formam na encosta, combinado com a formação de pequenas poças. (GUERRA, 1999)

2.5.6.4 Formação de Microrravinas com Cabeceiras (Headcuts)

A formação de microrravinas com cabeceiras tende a coincidir com um segundo pico da produção de sedimentos. A cada evolução é perceptível que esse processo está chegando a um nível de equilíbrio dinâmico, ou seja, ocorre em uma zona de deposição de sedimentos, a partir do recuo das cabeceiras, excedendo a capacidade de transporte do fluxo de água. (GUERRA, 1999)

O autor afirma ainda que, à medida que as cabeceiras retrocedem em direção às partes mais elevadas das encostas, o canal vai se tornando mais largo e mais profundo, potencializando a condição de transporte de sedimentos. Na prática poderíamos considerar, por definição, as ravinas propriamente ditas, essas incisões do solo são mínimas, que via de regra não são bem identificadas de forma rápida na paisagem.

2.5.6.5 Desenvolvimento de Bifurcações, Através dos Pontos de Ruptura (Knickpoints)

Uma vez que estabelecida em uma encosta, as ravinas tendem a evoluir através de bifurcação em pontos de ruptura.

De acordo com o Bryan (1990), a maioria knickpoints se formam como uma resposta a condição hidráulica que se estabelecem durante a evolução das ravinas, entretanto, o autor pontua que o desenvolvimento dessas condições hidráulicas é tão rápido, que há uma difícil condição de isolamento de suas propriedades iniciais.

2.6 PRÁTICAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO DE EROSIÃO

Guerra (2005) afirma que há três formas de conservação, sendo elas: vegetativa, mecânica e edáfica. O autor afirma que as metodologias de caráter vegetativo e edáfico são de mais fácil aplicação, já para as práticas mecânicas é recomendável para terrenos com maior propensão de erosão, utilizando as práticas vegetativa e edáfica como complemento. Abaixo, pontua-se algumas práticas mais usuais, sendo elas:

2.6.1 Prática de Caráter Vegetativos

Essa prática consiste na utilização de vegetação para o controle da erosão, ou seja, proteger o solo de ações mecânica ou naturais. A utilização de cobertura vegetal é de suma importância para uma proteção eficaz da superfície do terreno, por proteger o solo do impacto das gotas da chuva, além de oferecer uma resistência maior e natural.

Dentre algumas práticas existentes, destacam-se:

2.6.1.1 Plantas de Cobertura

Tem por objetivo manter o solo coberto durante o período chuvoso, a fim de reduzir os impactos da erosão e melhorar as condições do solo.

Guerra (2010) ressalta que a cobertura, além de gerar uma proteção ao solo e evitar que os elementos sejam carregados, também proporciona uma eficiência de proteção da matéria

orgânica do solo contra a ação dos raios solares, além gerar uma maior produção de matéria orgânica que é incorporada no solo.

A matéria orgânica produzida a partir desse método, ajuda no melhoramento da estrutura no terreno e aumenta a capacidade de retenção de umidade dos solos.

2.6.1.2 Cordão de Vegetação Permanente

São fileiras de plantas perenes e de crescimento denso, dispostas com determinado espaçamento horizontal e sempre em contorno.

Quebrando a velocidade de escoamento da enxurrada, o cordão de vegetação permanente provocará a disposição de sedimentos transportados e facilitará a infiltração da água que escorre no terreno, concorrendo, pois, para a diminuição da erosão do solo. Esses cordões possibilitam a formação gradual de terraços com o correr dos anos. Com o preparo do solo e com os cultivos que fazem entre as faixas, e também como resultado da própria erosão, a terra vai sendo deslocada do seu lado de cima, formando gradativamente, terraços, e com um pequeno trabalho de acabamento estes serão terminados. Assim, os cordões de vegetação permanente poderão não apenas substituir os terraços, como também, representa a fase inicial de sua construção. BERTONI e LOMBARDI NETO (2010)

2.6.1.3 Quebra Ventos

Uma prática de suma importância, pois consiste na formação de uma barreira com árvores, em locais sujeitos a ventania intensa. Sendo mais indicada para lugares que predominam o tipo de erosão eólica.

2.6.1.4 Florestamento e Reflorestamento

Um das metodologias mais econômica e eficaz de preservação e controle de erosão, principalmente para o controle de voçorocas. De acordo afirmação dos autores Bertoni e Lombardi Neto (2010), para solos muito inclinados, muito pobres ou erodidos a cobertura vegetal é uma solução bem viável.

Em terrenos muito acidentados, as florestas devem ser formadas na cota maior do local, a fim de reduzir as enxurradas que se formam na cabeceira, diminuindo os problemas de controle de erosão nos terrenos situados em cotas inferiores, conseqüentemente proporcionando maior infiltração e uma regularização das fontes de água.

2.6.2 Prática de Caráter Edáfico

Bertoni e Lombardi Neto (2010) define esta prática como conservacionista, pois modifica o sistema de cultivo; ajuda no controle de erosão; e cultivam ou melhoram a fertilidade do solo. Contribuindo dessa forma para o depauperamento; consumo de elementos nutritivos pelas culturas; combustão da matéria orgânica e a lixiviação pelas águas de percolação.

Dentre tantas práticas que existem, destacam-se:

2.6.2.1 Adubação Verde

É a incorporação de plantas ao solo, especialmente, as cultivadas para esse fim e de outras vegetações cortadas, quando ainda verdes, para serem enterradas. Essas plantas protegem o solo contra a ação direta da chuva quando estão vivas e, depois de enterradas, melhoram as condições físicas do solo pelo aumento de conteúdo de matéria orgânica. BERTONI E LOMBARDI NETO (2010)

Esse sistema tem como vantagem a facilidade de ser estabelecida em qualquer cultura e produzir no próprio solo em que vai ser incorporada.

2.6.2.1 Adubação Química

A manutenção e restauração sistemática da fertilidade do solo, por meio de um plano racional de adubação, deverá fazer parte de qualquer programa de conservação do solo. A manutenção da fertilidade é muito importante, uma vez que proporciona melhor cobertura vegetal no terreno, e, com ela, melhor proteção do solo. BERTONI E LOMBARDI NETO (2010)

2.6.2.1 Adubação Orgânica

Esse processo consiste na utilização de produtos orgânicos, como o esterco de curral, que além de ter um custo, praticamente zero, fornece ao solo detritos orgânicos já em decomposição. Também se pode utilizar qualquer material que produza algum benefício ao solo, de caráter orgânico. Essa prática é bem aceita, por ser mais econômica, considerando que na época atual, os preços existentes de fertilizantes químicos estão elevados.

2.6.3 Prática de Caráter Mecânico

São práticas que recorrem a estruturas artificiais, mediante a disposição adequada de porções de terra, com a finalidade de quebrar a velocidade de escoamento da enxurrada e facilitar a infiltração do solo. BERTONI E LOMBARDI NETO (2010)

Dentre algumas práticas existentes, destacam-se:

2.6.3.1 Plantio em Contorno

Conhecida como plantio em curva de nível, em fileiras, onde todas as intervenções de cultivo no sentido transversal. Uma linha de nível é aquela cujos pontos estão todos na mesma altura do terreno. BERTONI E LOMBARDI NETO (2010)

O autor diz ainda, que essa prática é feita em terrenos praticamente em nível, ou seja, de declividade invariável, entretanto, em áreas amplas, ou de topografia irregular, várias linhas são exigidas, a fim de que as intervenções de cultivo sejam feitas adjuntas ao nível.

2.6.3.2 Terraceamento

Uma prática mais utilizada no meio agrícola, o terraceamento, consiste na constituição de um conjunto de terraços, que está diretamente ligada às condições do local para tomada de decisão da melhor forma de se executar. De acordo com Zoccal (1995), uma de suas principais funções é parcelar o comprimento de rampa, reduzindo o volume e a velocidade do fluxo.

A EMBRAPA (2003) classifica os terraços de acordo com sua função, modo de construção, dimensões ou forma do perfil. Por ser uma prática com custo elevado de construção e manutenção, ela é combinada com outras práticas, como por exemplo, o plantio de contorno, para que reduza o custo e mantenha a eficiência.

Assim, faz-se necessário, antes da tomada de decisão para utilização dessa prática, buscar conhecer as condições locais de clima, solo, sistema de cultivo, culturas a serem implantadas, relevo do terreno e equipamento disponível, para que se tenha segurança e eficiência no controle da erosão.

2.6.3.3 Canais Escoadouros

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2010), os canais escoadouros são adequados de transportar com garantia, a enxurrada de um terreno dos múltiplos sistemas de terraceamento ou outras estruturas. Em geral, as depressões no terreno, considerado rasas e largas, em declividade suavizada, e postos como um leito resistente à erosão. Sua melhor localização é a

depressão natural, para onde as águas são forçadas a escorrer, bem como nos espigões, divisas naturais e caminhos.

Estes canais podem ser construídos com as seguintes seções: triangular, parabolóide e trapezoidal. Em declividades acentuadas, a forma indicada é a trapezoidal, cujo fundo é chato, espraiando a lâmina de água, diminuindo a velocidade de escoamento de enxurrada; já a triangular é indicada para declividades menores, em que o fundo, em V, concentrando a água, impende a deposição de sedimentos; e a parabolóide é indicada para as declividades intermediárias. BERTONI e LOMBARDI NETO (2010)

2.6.4 Prática para o Controle de Voçorocas

Voçorocas são como sulcos profundos feito no solo pelas águas. É o produto de águas superficiais, que ao percorrer a face do substrato, provoca desgastes.

Galerani (1995) diz que a estabilização de voçorocas objetiva em estabelecer o perfil de equilíbrio da mesma, para que impeça o aumento lateral através dos fatores que potencializem.

Deve-se, de forma essencial, prevenir o escoamento superficial, que pode ocorrer por conta de pontos de concentração, e ao saturar, carregam as partículas de solos. Uma das tomadas de decisão mais importante é evitar que as águas do lençol freático e as águas de chuva permaneçam levando o solo para jusante. (Santos, 2008)

Existem várias formas de controle de voçorocas, a EMBRAPA, elencou algumas propostas, a partir dos autores DAEE/IPT (1989), Bertolini e Lombardi Neto (1994), e Almeida e Ridente Jr. (2001), sendo elas:

- Fazer a drenagem d' água subterrânea que aflora no fundo e nas laterais da voçoroca. A melhor forma de controlar esse tipo de erosão é coletar e conduzir esse volume até o curso de água mais próximo, o que pode ser executado com pedra, materiais provenientes da natureza, como o bambu ou de material geotêxtil;
- O controle da erosão é proveniente da captação do volume. Para evitar o escoamento superficial, se concentra em um ou mais locais, e para potencializar a formação de voçorocas, utiliza-se, como controle, as formas mecânicas e vegetativas;
- Abrandar os taludes da erosão, considerando que as encostas das voçorocas são, comumente, muito elevadas, possuindo a necessidade de suavizar a declividade, fator este que favorece, via de regra, a estabilização dos taludes, reduzindo a atuação da força gravitacional, além de promover um plantio da vegetação, com intuito de o proteger;

- Estabelecer pequenas barragens, com a utilização de estruturas, tais como: madeira, pedra, galhos ou troncos de árvores, entulho ou terra, que for definido em projeto, com a finalidade de evitar o escoamento em velocidade no interior da erosão;

2.6.4.1 Dissipadores de Energia

Normatizada pelo DNIT, nº 022/2004, tem como desígnio reduzir a velocidade do escoamento superficial e garantir um fluxo menos turbulento em uma voçoroca.

Conciani (2008, p. 116) expõe que quando há escoamento superficial, é fundamental que limite a gravidade de erosão existente. Para controlar esse fluxo da água aplicam-se a estruturas que reduzem a velocidade, ou seja, uma estrutura simples que possa proteger o talude ou até mesmo evitar que ocorra o assoreamento de um lago. A aplicação de dissipadores de energia, consiste em degraus, que faz com que a energia diminua gradativamente.

Para dimensionar essa estrutura é necessário determinar as condições de energia de escoamento iniciais e finais, assim como as suas cargas cinéticas, isso vinculada as velocidades médias.

Essa estrutura pode ser executada em concreto, segundo a norma DNIT nº 022/2004. A utilização deste material deverá ser dosada de forma coerente e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima, aos 28 dias, de 15 Mpa. Já os dissipadores em concreto ciclópico, utiliza-se a pedra de mão, com diâmetro por volta de 10 a 15 cm, preenchendo os vazios com concreto de cimento, e finalizando com o concreto armado, que devido a grande declividade utiliza-se esse tipo de material.

Esta mesma norma pontua alguns tipos de dissipadores, que a sua escolha é em função das descargas a serem dissipadas, além das condições de deságue, quais são:

- Dissipadores de concreto com berço contínuo de pedra argamassada;
- Dissipadores de concreto com caixa de pedra argamassada;
- Dissipadores de concreto monolítico com dentes de concreto;
- Dissipadores de concreto monolítico em degraus.

2.6.4.2 Gabião

A BEKAERT define gabião como armações constituídas de ferro e arame, onde tem desígnio a fixação das pedras. Com dimensões comuns de 1m x 1m x 1m, mas podendo variar de acordo com o volume da água acumulada, altura, largura e talude da parede. Primeiramente

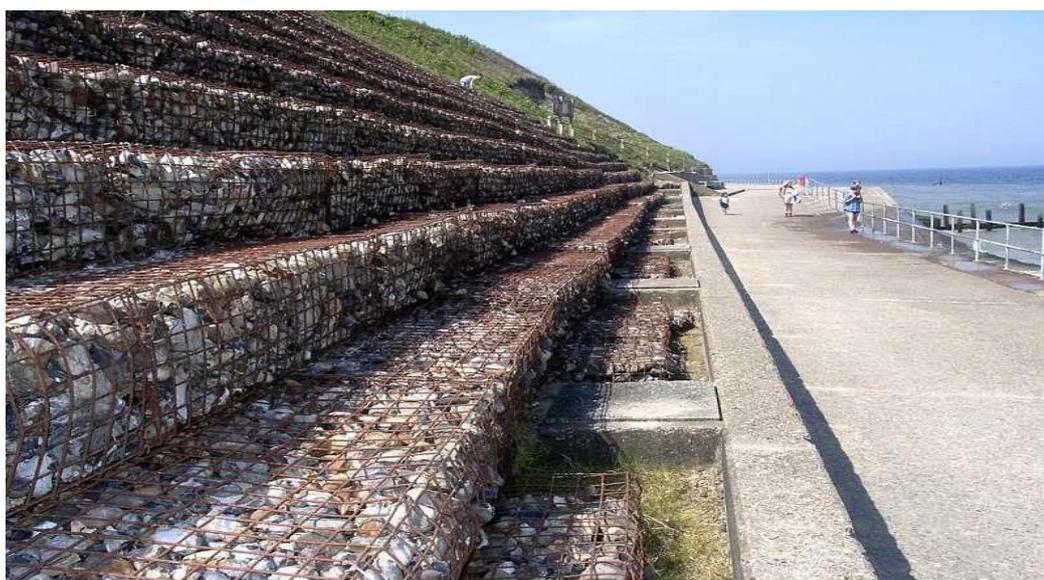
armar a gaiola, posteriormente vai colocando os pedregulhos de forma que estes permaneçam bem assentados e ocupando o máximo dos espaços.

Existem vários tipos de barragens com gabião para o controle de voçorocas, segue abaixo as principais:

2.6.4.2.1 Gabião tipo Caixa

Com forma de paralelepípedo, construídas também em telas com formato hexagonal de dupla torção que formam a base, as paredes verticais e a tampa. As paredes verticais são presas a tela de base e as demais paredes por processo mecânico de torção ou por um fio espiral contínua, o que garante perfeita união e articulação entre as telas. Normalmente essa estrutura é dividida em células ao longo da sua extensão por diafragmas colocados a cada metro e presos à peça principal pelo fio em espiral contínua. (BEKAERT, 2013)

Figura 1 - Exemplo de Gabião tipo Caixa.

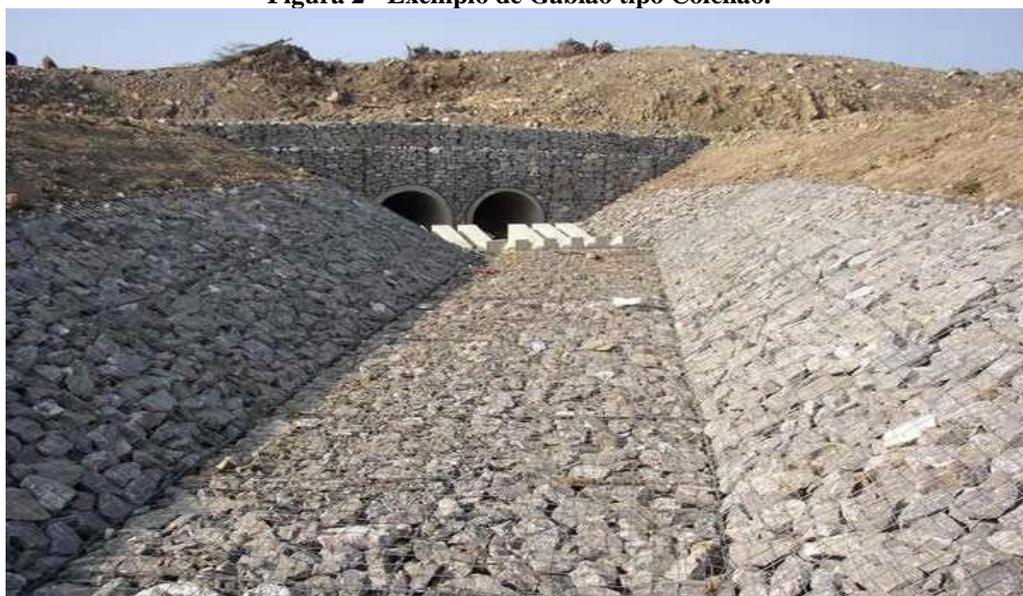


Fonte: Solidifica, Engenharia Geotécnica.

2.6.4.2.2 Gabião tipo Colchão

As peças têm formato de paralelepípedo de pequena altura e são constituídas de telas em malha hexagonal de dupla torção, formando a base, as paredes verticais e as extremidades. O colchão é dividido em células, ao longo do comprimento, por diafragmas colocados a cada metro e presos à peça principal por um fio, em espiral contínua. (BEKAERT, 2013)

Figura 2 - Exemplo de Gabião tipo Colchão.

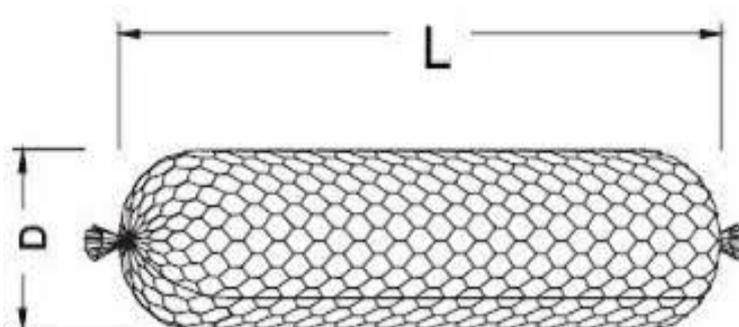


Fonte: Solidifica, Engenharia Geotécnica.

2.6.4.2.3 Gabião tipo Saco

É constituído de um único pano de tela em malha hexagonal de dupla torção retangular que, no momento da montagem, é enrolado de modo a unir os lados maiores do retângulo, assumindo a forma cilíndrica. Nas bordas livres das extremidades, passa alternadamente pela malha um fio de diâmetro maior que aquele usado na malha da tela, a fim de reforçar as extremidades, possibilitando que elas sejam apertadas e a peça formada. (BEKAERT, 2013)

Figura 3 - Exemplo de Gabião tipo Saco.



Fonte: Manual Obras de Mitigación.

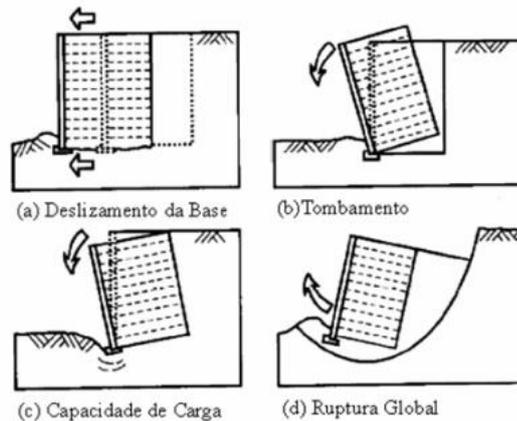
2.6.4.3 Pré Dimensionamento

Diante dos tipos de gabião existentes, ao projetar deve-se determinar os seguintes parâmetros:

2.6.4.3.1 Determinação das Estabilidades

De acordo com a MACCAFERRI (2009), deve ser verificado a estabilidade do muro, ou seja, as condições de deslizamento da base, tombamento, capacidade de carga de fundação, ruptura global e a ruptura interna, de acordo com a imagem abaixo:

Figura 4 - Tipos de Ruptura.

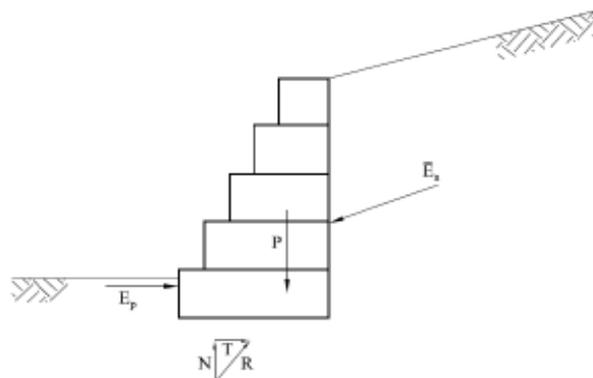


Fonte: Nota de Aula Obras Geotécnica. CEULP/ULBRA.

2.6.4.3.2 Determinação dos empuxos

O mais importante para tomada de decisão a respeito da estrutura de gabião é pontuar a ação que o solo tem sobre as estruturas projetadas, conforme figura abaixo:

Figura 5 -Forças atuantes sobre a estrutura.

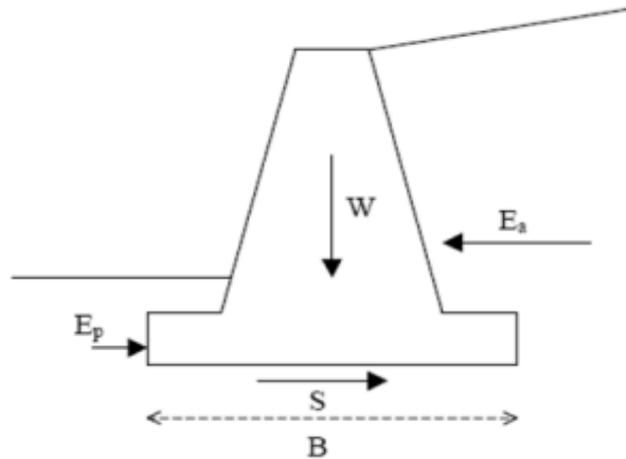


Fonte: Nota de Aula Obras Geotécnica. CEULP/ULBRA.

2.6.4.3.3 Verificação da estabilidade contra o deslizamento da base

Consiste em determinar o fator de segurança a partir do somatório das forças que resistem, juntamente, com as forças solicitantes, isso deve ser igual ou superior a 1,5, conforme figura abaixo:

Figura 6 - Verificação Deslizamento.

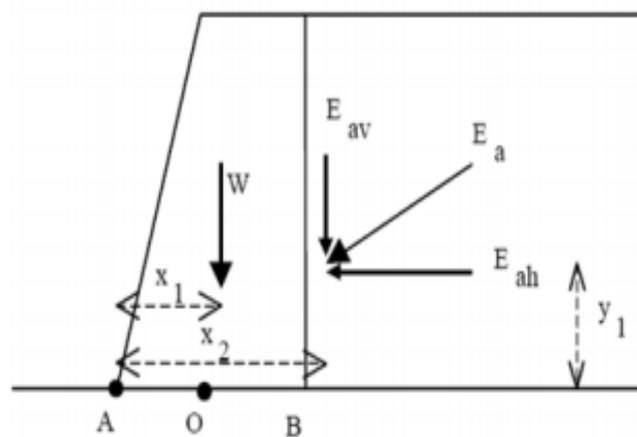


Fonte: Nota de Aula Obras Geotécnica. CEULP/ULBRA.

2.6.4.3.4 Verificação da estabilidade contra o tombamento

Deve fazer uma análise dos momentos atuantes na estrutura, em relação à aresta da base, e o mesmo deve ser superior igual a 1,5, conforme figura abaixo:

Figura 7 - Verificação Tombamento.

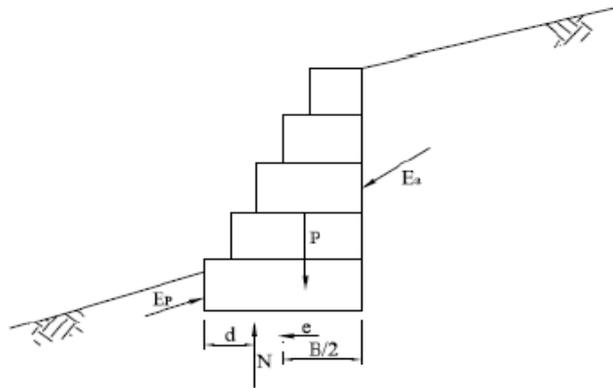


Fonte: Nota de Aula Obras Geotécnica. CEULP/ULBRA.

2.6.4.3.5 Verificação da capacidade de carga da fundação

Segundo Marango (2009) a classificação de pressões verticais na base do muro proporciona uma forma trapezoidal. Esta classificação não é uniforme devido à ação combinada do peso W e do empuxo E sobre o muro. Assim, obtém-se:

Figura 8 - Verificação Carga da Fundação.

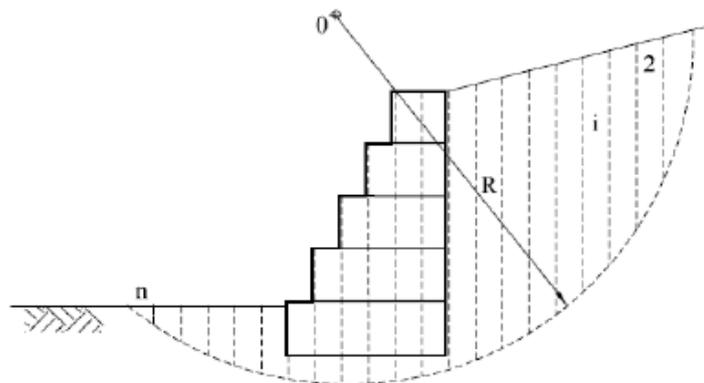


Fonte: Nota de Aula Obras Geotécnica. CEULP/ULBRA.

2.6.4.3.6 Verificação da estabilidade contra a ruptura global

Marango (2009) diz que a probabilidade de instabilidade global do talude, abrange o conjunto de estrutura e o solo, que devem ser seriamente apuradas por meio dos métodos de análise de taludes por equilíbrio limite. Para a análise da estabilidade global, os principais parâmetros a serem utilizados são os pesos específicos dos materiais e os parâmetros de resistência do solo. A mais utilizada é por Fellenius, onde a estabilidade tem que ser $\geq 1,5$.

Figura 9 - Método de Ruptura Global.



Fonte: Nota de Aula Obras Geotécnica. CEULP/ULBRA.

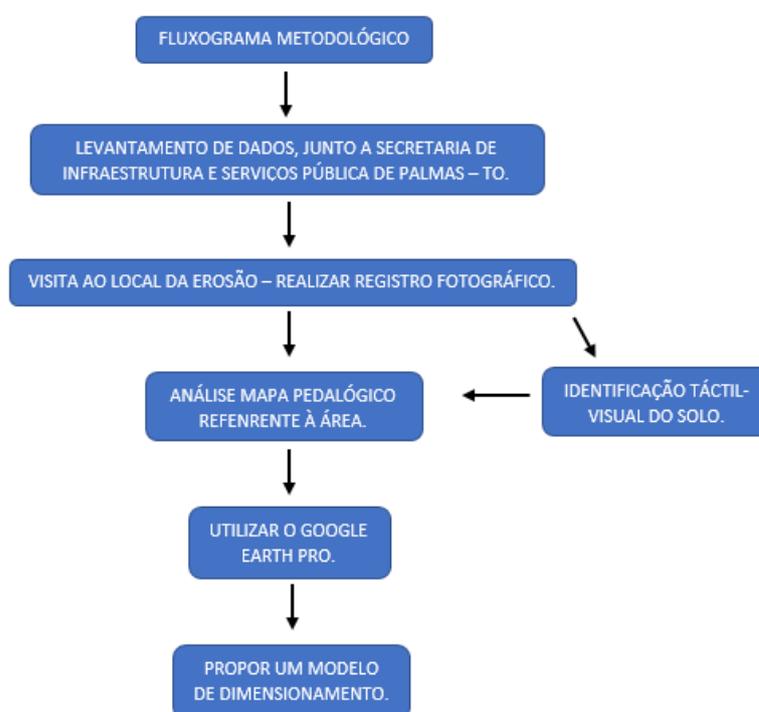
2.6.4.3.7 Verificação da estabilidade contra a ruptura interna

O gabião pode sofrer esforços internos provocados pelo carregamento externo do empuxo e sobrecargas aplicadas diretamente sobre ela (MARANGO, 2009). Portanto, deve-se verificar a possibilidade de ruptura interna da estrutura de arrimo.

3 METODOLOGIA

É de ciência que muitos projetos são feitos e executados sem nenhum estudo do real problema. Visto isso, este trabalho tomou um direcionamento no âmbito teórico e prático. Inicialmente realizou-se, a partir de um referencial bibliográfico, de acordo com a proposta, obtendo um amplo conhecimento a cumprimento desta pesquisa. Abaixo está exemplificado em forma de fluxograma as etapas que foram seguidas para chegar ao objetivo proposto, qual seja:

Figura 10 - Fluxograma Metodológico



Fonte: MOUZINHO, Bruno.

3.1 Objeto de Estudo

A área de estudo está localizada, precisamente pelas coordenadas UTM, Fuso 22, 794259 m E /8870925 m N (Datum Sirgas 2000), na região nordeste do Parque Cesamar. Utilizando a ferramenta Google Earth Pro, foi delimitada a área de estudo, de acordo com a Figura 11, onde o círculo laranja delimita o Parque Cesamar, o traçado vermelho, pontua o eixo principal do processo erosivo e o traçado azul o eixo secundário desta erosão.

O Parque Cesamar é uns dos principais parques da cidade. Foi instituído em 1998, está centrado na quadra 506 Sul, com acessos a partir das avenidas NS 04 e LO 11, ocupa as margens do Córrego Brejo Comprido, que é afluente do Rio Tocantins, e tem aproximadamente 6.000

metros, cingido a este perímetro as respectivas quadras: 102, 108, 110, 208, 210, 212, 312 ao Sul e 110, 112 ao Norte, além de estar inserido na Área de Proteção Ambiental – APA, fundamentada pela Lei Estadual N°. 906/1997.

O parque abrange um grande complexo de lazer combinado por um extenso lago, formado pelo Córrego Brejo Comprido, o qual foi represado. Conta com uma pista para práticas esportivas (caminhada e corrida), com extensão de 2.800 metros; trilhas; pista de skate; academia ao ar livre; lanchonete; cascata, dentre outros. Vale ressaltar que as águas da represa não são apropriadas para banho.

A Lei Municipal nº 1.406, promulgada no ano de 2005, institui o plano de uso e ocupação do Parque Cesamar, onde determina seus objetivos e finalidades, sendo estes: proteger a bacia do Brejo Comprido, preservar a fauna e flora, promover o desenvolvimento social e aproveitar as condições da paisagem para atividades educativas, de lazer e recreação. (PALMAS, 2005).

Nesse aspecto, o parque foi dividido em três áreas: reserva biológica, paisagem cultural e área de lazer. A área de reserva biológica é destinada à manutenção da fauna e flora, podendo ser utilizada para pesquisas científicas e educação ambiental. (PALMAS, 2005)

Em meio aos impactos ambientais calhados na área de estudo destaca-se: construções de estradas vicinais e rodovias; implantação de condomínios; construção de galerias de águas pluviais; falta de cobertura vegetal, que potencializou a erosão existente no local, que é o objeto de estudo deste trabalho.

Figura 11 - Mapeamento da área de estudo.



Fonte: Google Earth Pro.

3.2 Levantamento de Dados

Utilizando-se de métodos exploratórios, a fim de buscar um maior conhecimento do objeto estudado e de levantar dados, foi protocolado expediente junto a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos do Município de Palmas/TO, situada à quadra 1112 Sul, Avenida LO 27, no qual foram solicitados os dados para propor um modelo de dimensionamento para o controle da erosão do Parque Cesamar, tais como: as Propriedades do Solo; Volume de Água que chega no local, por meio da galeria; Topografia do local; Projetos existentes, assim como os Memoriais de Cálculo, e em conversa com o Engenheiro responsável pelo parque, discutimos os métodos já empregados para a estabilização da voçoroca.

Continuamente, foram realizadas visitas ao local da erosão, onde foi feito um relatório fotográfico com o intuito de caracterizar, de forma visual, a real situação física do local, como: tipo de processo erosivo, o estágio que se encontra, a existência de cobertura vegetal, a característica do solo (Perfil), declividade, extensão da erosão e os métodos já empregados. A utilização de mapas, fornecidos pelo site da prefeitura, foi de suma importância para analisar o a predominância do solo existente no local e o Google Earth Pro, foi utilizado para delimitar a área da erosão.

Para finalizar esta etapa, foi realizado uma identificação tátil-visual, para pontuar as características do solo existente na área, juntamente com uma pedóloga. Após esta identificação foram utilizadas bibliografias para elencar as características do solo, haja em vista que a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos do Município de Palmas/TO, não forneceu os dados.

3.3 Modelo de Dimensionamento Proposto

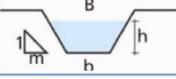
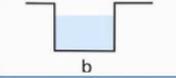
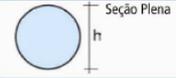
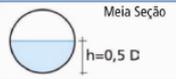
Logo após, sabendo que o dimensionamento consiste em um canal hidráulico, a céu aberto, de seção retangular, revestido em gabião, o dimensionamento seguirá de acordo com as seguintes diretrizes:

Tabela 1 - Coeficiente de Rugosidade de Manning (n)

REVESTIMENTO	n
Terra	0,035
Rachão	0,035
Gabião	0,028
Pedra argamassada	0,025
Aço corrugado	0,024
Concreto ⁶	0,018

Fonte: FERNANDES, Renato, 2015.

Tabela 2 – Geometria da Secção do Canal Hidráulico.

Geometria da Secção	Área Molhada (A_m)	Perímetro Molhado (P_m)	Raio Hidráulico (R_h)	Largura Superficial (B)
	$(b+mh)h$	$b + 2h\sqrt{1+m^2}$	$\frac{(b+mh)h}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$	$b+2mh$
	$b \cdot h$	$b+2h$	$\frac{b \cdot h}{b+2h}$	b
 Seção Plena	$\frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$\pi \cdot D$	$\frac{D}{4}$	----
 Meia Seção	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4}$	----
 Vazão Máxima	$0,7662 \cdot D^2$	$2,6467 \cdot D$	$0,2895 \cdot D$	----

Fonte: FERNANDES, Renato, 2015.

Aplicar na Equação

$$K = \frac{Q \times n}{I^{\frac{1}{2}}}$$

Onde:

K: Constante;

Q: Vazão;

n: Coeficiente de Rugosidade;

I: Inclinação.

Tabela 3 – Cálculo do Canal.

CÁLCULO PARA ENCONTRAR A ALTURA DO CANAL													
h (m)	b (m)	A (m ²)	P (m)	Rh	$Rh^{\frac{2}{3}}$	$Rh^{\frac{2}{3}} \times A$	Y (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	V (m/s)	Z	$\frac{V^2}{2g}$	Z + $\frac{V^2}{2g}$

Fonte: MOUZINHO, Bruno.

Onde:

h; Y e Z: Altura Adotada;

b: Base Adotada;

A: Área Molhada;

P: Perímetro Molhado;

Rh: Raio Hidráulico;

V: Velocidade;

Q: Vazão;

g: Gravidade (9,98 m/s).

Aferido, a capacidade do solo de suportar a estrutura e as dimensões do canal, foi utilizado o software AutoCAD 2016, versão estudantil, para que assim pudesse ser dimensionado um modelo que pudesse atender o objetivo proposto por este trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o estudo da erosão foi possível constatar, através de uma caracterização visual do local, que após a instalação da rede de drenagem pluvial, que recebe o escoamento superficial da Avenida LO-07 e parte da Avenida LO-05, com lançamento na região nordeste do Parque Cesamar, desencadeou - se do processo erosivo, em função da fragilidade do solo na área em questão, bem como da ineficiência de mecanismos de dissipação de energia executados no período de implantação da obra de drenagem. Esta erodibilidade, ou seja, ao potencial do solo a desagregar com a chuva, causou grandes prejuízos ambientais, que devem ser resolvidos imediatamente. Caso isso não seja feito, a reabilitação do dano ambiental no futuro poderá ser ainda mais onerosa e dispendiosa, tanto no que diz respeito ao uso de recursos e mão-de-obra, como de tempo para a reabilitação.

Constatou-se a negligência do poder público quanto à manutenção dos recursos naturais, como o solo, vegetação e água, considerando que a área estudada é uma Área de Preservação Permanente (APP). Os impactos provocados pelas erosões estão associados ao assoreamento do Córrego Brejo Comprido, que tem um alto custo de manutenção por conta das dragas utilizadas.

A reabilitação ambiental que deverá ocorrer no Parque Cesamar, visa estabilizar o processo erosivo observado nos taludes e leito de curso d'água afluente do Córrego Brejo Comprido a jusante do lago do Parque, causado pela concentração de vazão no ponto de descarga de trechos de rede de drenagem pluvial, que segundo a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos do Município de Palmas/TO, a vazão da macrodrenagem é de 7,10m³/s. Além da concentração da vazão gerada pela área de contribuição que o sistema de drenagem atende, a textura do solo encontrado na área favoreceu o desencadeamento do processo erosivo.

Após o fim do período chuvoso, é possível observar o aporte de sedimentos para o lago do Parque Cesamar, sedimentos estes, carregados por ação do escoamento superficial das águas pluviais, que encontram o canal do curso d'água afluente ao Córrego Brejo Comprido. Tal ocorrência tem causado também o assoreamento deste canal natural de drenagem.

Assim, foi possível constatar, que a erosão existente no perímetro do Parque Cesamar, é de caráter hídrica, transporte conforme mostra a Figura 12. A partir do registro fotográfico, Apêndice A, foi possível comprovar que grande parte das degradações surgiu por meio da falta de cobertura vegetal, que deixa o solo vulnerável ao impacto da energia cinética da chuva na extensão da erosão, ações antrópicas, principalmente, relacionada a rede de macrodrenagem existente no local, conforme a Figura 13, por consequência da expansão acelerada, de áreas

impermeáveis, que ocorreu ao decorrer dos anos, falta de intervenções eficientes no local, declividade, a intensidade de chuva da cidade de Palmas e o potencial do dolo potencializou mais o processo de erosão.

Figura 12 - Erosão Hídrica, Parque Cesamar.



Fonte: Mouzinho, Bruno.

Figura 13 –Macro drenagem.



Fonte: Mouzinho, Bruno.

Ao longo dos seus aproximados 340m de extensão da erosão, foram elencados os fatores condicionantes para a erosão hídrica sentida para o lago do Parque Cesamar. Foi possível observar a supressão da vegetação nativa devido ao solapamento da base de fixação. Esse desmoronamento acontece devido à inclinação dos taludes da voçoroca, que foi ocasionada pela ação das águas pluviais que, ao escoar pelo interior da voçoroca, carregou o solo das bases dos taludes, provocando o solapamento do terreno e, conseqüentemente, a queda da base de fixação da vegetação, conforme mostra a figura 14. A rede de macro drenagem, é uma das ações antrópicas que mais potencializam o desenvolvimento da erosão, somada a precipitação, causa um grande impacto. Não obstante, a topografia representada pelo Anexo I, foi possível chegar a uma diferença de cota aproximada de 14,69m, exercendo relevante influência para o agravamento da erosão.

Figura 14 – Início da Erosão, Solapamento da Base dos Taludes e Supressão ao decorrer da extensão.

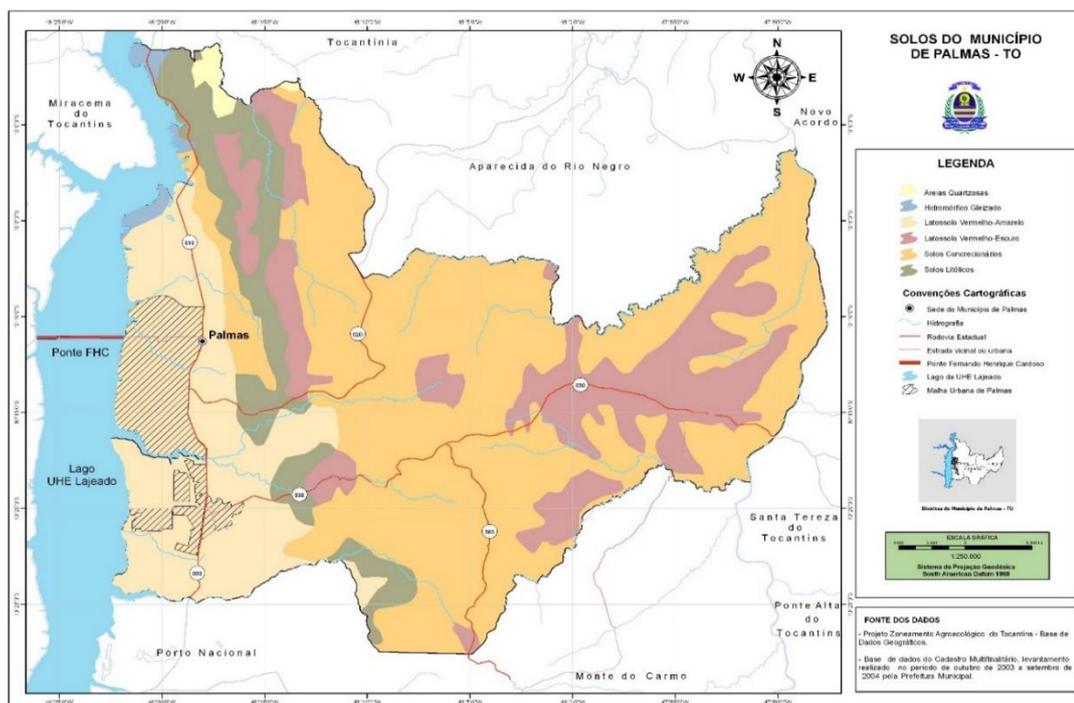


Fonte: MOUZINHO, Bruno.

Para o controle dessa erosão há vários métodos que podem ser empregados, tanto como vegetativos, edáficos, mecânicos e até mesmo a combinação de todos eles. Prusk (2006) evidencia que nem sempre a utilização de práticas vegetativas e edáfica, serão suficientes para controlar um processo de erosão, principalmente em locais que existem grande volume de água, como no Parque Cesamar, por conta da rede de macrodrenagem. Diante disso, deve-se utilizar práticas mecânicas, combinadas com as vegetativas e edáficas para uma melhor eficiência e controle.

Através de mapas, disponibilizados no site da Prefeitura de Palmas, conforme a Figura 15, foi possível fazer a identificação do solo existente da macrorregião, que consiste no Latossolos Vermelho – Amarelo, que são solos minerais, na maioria das vezes reconhecidos por sua cor, praticamente, homogênea. São bem profundos, com uma alta capacidade de drenagem, além de ser dividido por suas características de textura média e argilosa, com elevada permeabilidade, baixa retenção de água e baixa coesão, o que os torna sensíveis à degradação sob manejo agrícola. Podem ter maior estresse hídrico nos períodos de estiagem e maior erodibilidade. Como observado os processos erosivos ocorrem com mais frequência nos Latossolos com declividades mais elevadas e, principalmente, com o comprimento das pendentes muito longos.

Figura 15 – Mapa do Solos do Município de Palmas – TO



Fonte: GEOPALMAS.

Além da caracterização, feita por meio do mapa disponibilizado, de forma pública, no site da Prefeitura de Palmas. Foi realizado ainda, com uma pedóloga, a qual observou divergência entre as características de uma latossolo, dos que encontrada in loco, haja em vista que em todo território brasileiro existem manchas de solo característicos que si diferenciam drasticamente com as que informadas no mapa disponibilizado pelo site da prefeitura, e um desses exemplos é a região do Parque Cesamar, que por características pedagógicas do local, constatou-se, junto com uma pedóloga, a presença de Plintossolos, que de acordo com a EMBRAPA (2018) vem do grego plinthos, “ladrilho”; conotativo de materiais argilosos coloridos que endurecem quando expostos ao ar.

Os solos plínticos, compreendem como solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, e se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita na condição de que não satisfaçam os requisitos estipulados para as classes dos Neossolos, Cambissolos, Luvisolos, Argissolos, Latossolos, Planossolos ou Gleissolos. EMBRAPA (2018)

São solos que apresentam, muitas vezes, horizonte B textural sobre ou coincidente com o horizonte plíntico ou com o horizonte concrecionário, ocorrendo também solos com horizonte

B incipiente, B latossólico, horizonte glei e solos sem horizonte B. Usualmente, são solos bem diferenciados, podendo o horizonte A ser de qualquer tipo. EMBRAPA (2018)

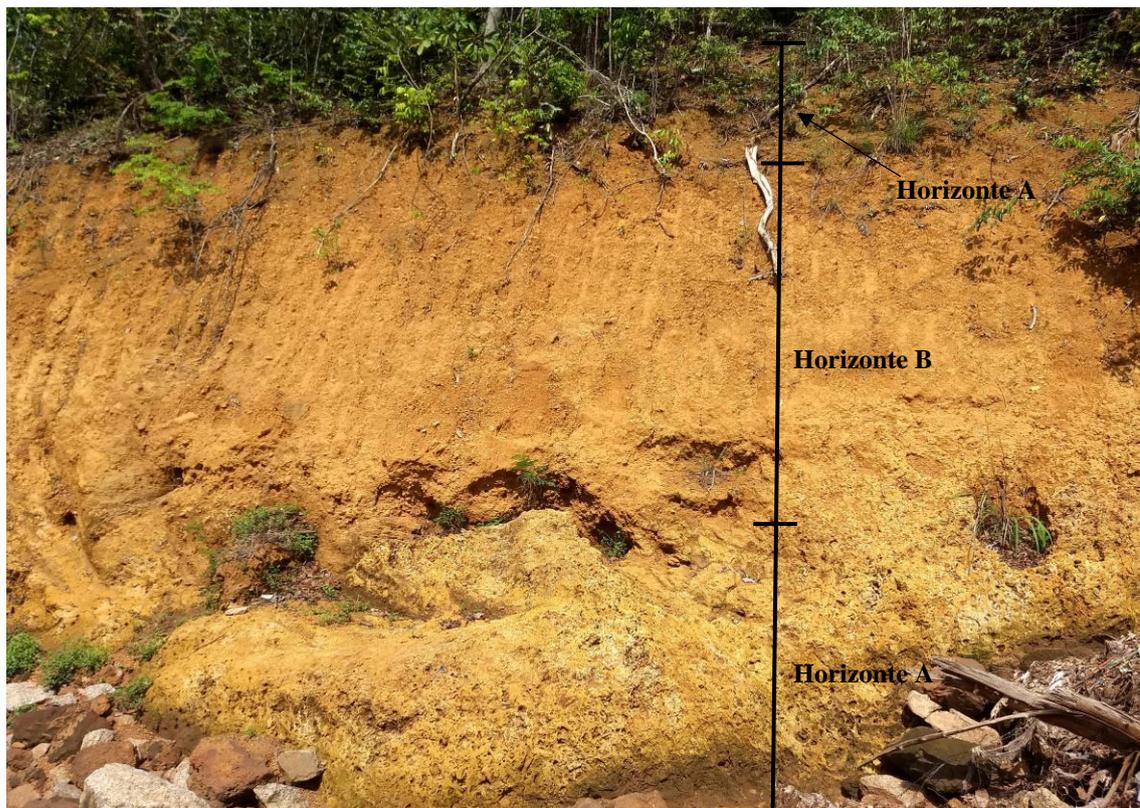
Apesar de a coloração destes solos ser bastante variável, verifica-se o predomínio de cores pálidas com ou sem mosqueados de cores alaranjadas a vermelhas ou coloração variegada, acima do horizonte diagnóstico (plíntico, concrecionário ou litoplíntico). Alguns solos desta classe, embora tenham sua gênese associada a condições de excesso de umidade ou restrição temporária à percolação d'água, ocorrem, nos tempos atuais, em condições de boa drenagem, podendo apresentar cores avermelhadas na maior parte do perfil. EMBRAPA (2018)

Esses solos são típicos de zonas quentes e úmidas, geralmente com estação seca bem definida ou que pelo menos apresentem um período com decréscimo acentuado das chuvas. EMBRAPA (2018)

As áreas mais expressivas ocupadas pelos solos com drenagem mais restrita estão situadas no Médio Amazonas (interflúvios dos rios Madeira, Purus, Juruá, Solimões e Negro), na Ilha de Marajó, no Amapá, na Baixada Maranhense-Gurupi, no Pantanal, na planície do rio Araguaia, na Ilha do Bananal e na região de Campo Maior do Piauí, enquanto as ocupadas pelos solos de melhor drenagem, com presença significativa de petroplintita no perfil, ocorrem com maior frequência nas regiões Central e Norte do Brasil, principalmente nos estados do Tocantins, Pará, Amazonas, Mato Grosso, Goiás, Piauí e Maranhão e no Distrito Federal. EMBRAPA (2018)

No perfil do solo do local da voçoroca se percebe a divisão dos horizontes A, B e C, conforme a figura 16 e registro fotográfico, sendo que a maior predominância é do horizonte C. Apesar do não fornecimento dos dados das propriedades do solo, pela a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos do Município de Palmas/TO, constatou-se, com uma profissional pedóloga, que em toda voçoroca a presença do horizonte C, caratectizando como solo/horizonte de alta resistência mecânica, está resistência se dá pela presença de ferro, que é o agente cimentante, que por um longo período de tempo vai formando a plitintitas, além de que em grande extensão da voçoroca, ocorre afloramento rocha, possibilitando a edificação de uma estrutura de contenção da erosão.

Mesmo com a inspeção *in loco*, juntamente com uma profissional capacitada, esta prática não substitui a necessidade de uma análise completa feita por meio da sondagem.

Figura 16 - Horizontes A, B e C.

Fonte: MOUZINHO, Bruno.

Existem várias formas de conservação do solo, como já dito, podem ser de caráter edáfica, vegetativa, mecânica, ou até mesmo a combinação de todas estas práticas. A partir da caracterização visual, e de um estudo teórico, foi elencada algumas práticas.

De caráter mecânico, visando a conservação de solos com erodibilidade, a utilização de geossintéticos, que são produtos compostos por matérias de polímeros sintéticos ou naturais e que é bem utilizado para solucionar problemas na área geotécnica. Este produto pode ser empregado em casos de proteção de taludes, canais, vales de drenagem, reflorestamento, proteção contra ravinamento, recuperação de áreas degradadas, dentre outros. No Parque Cesamar poderia se utilizar esta prática para a proteção dos taludes, como por exemplo, o solo grampeado, tirantes, ou até mesmo a de alguns métodos que garantissem a estabilidade do talude existente. Podem ser combinados várias mantas de geossintéticos para garantir melhor eficiência, que de acordo com o E.C. Shin e G. Rao (2014) que em alguns casos, a estabilização de talude poderá ser obtida pela cobertura parcial de sua face com uma “bolsa” de geotêxtil preenchido com argamassa. A cobertura vegetal complementar da face do talude garantirá sua proteção contra perda de solo ocasionado pela ação da água e do vento. Vegetação e mantas de geossintéticos também podem ser combinadas para proteger taludes íngremes reforçados contra

a ação de processos erosivos. Abaixo há a Tabela 4, indicando as as funções de cada um dos tipos de geossintéticos:

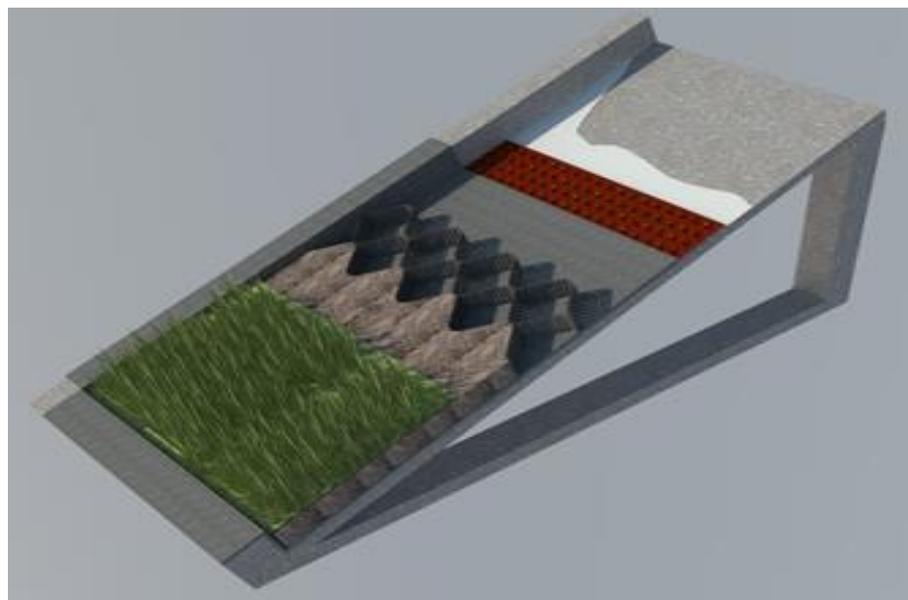
Tabela 4 – Propriedade dos Geossintéticos.

	Geotêxtil	Geogrelha	Geo-Membrana	Georrede	Geocomposto Drenante	Geocélula	GCL
Separação	X						
Filtração	X						
Drenagem	X			X	X		
Barreira			X				X
Proteção	X					X	
Reforço	X	X				X	

Fonte: MOUZINHO, Bruno.

Considerando a análise das funções de cada geossintéticos, e levando em conta a erodibilidade existente na parte nordeste do Cesamar, os mais indicados para a recuperação da área seriam os geotêxtis; geogrelhas; geocélula e as geomantas, abaixo está exemplificado a partir da figura 17, a utilização do material de polímero sintético.

Figura 17– Modelo de execução do material polimérico.



Fonte: Acqua Cell: Geocélula.

Sabe-se que onde existe um grande fluxo de vazão, ocorre uma grande possibilidade de formação de erosão, considerando que a área de influência tem uma grande representatividade

como mostra a figura 20, com isso uma das medidas que poderia ser feita, seria o desvio da galeria existente do local, representada pela figura 18, levando em conta a vazão de contribuição, para uma mais próxima, mas isso consiste em um estudo mais aprofundado para saber a viabilidade dessa prática.

Figura 18– Área de Influência.



Fonte: MOUZINHO, Bruno.

Outra sugestão de caráter mecânico são os Canais com Contrações, feitos em gabião, que de acordo com a MACCAFERRI (2009) são estruturas a gravidade, com elementos metálicos confeccionados com telas de malha hexagonal de dupla torção de arame galvanizado preenchidos por pedras. Outro ponto importante é que a granulometria das pedras deverá ser adequada com o diâmetro que sejam no mínimo superior à abertura da malha da gaiola, que tem dimensões de 1m x 1m. Os gabiões podem ser costurados, assim tornando – os elementos modulares, além desse método ser muito utilizado em canis e cursos d’água. Existem várias vantagens na utilização dessa estrutura, além de possuírem características técnicas consideráveis, tais como:

- Estruturas Monolíticas: levando em conta da amarração executadas nas arestas;
- Resistentes: por ser de dupla torção, essa estrutura proporciona uma distribuição uniforme dos esforços;

- Flexíveis: os muros em gabião proporcionam uma adaptação e acomodação da estrutura de acordo com a topografia do local, garantindo a sua eficiência e estabilidade;
- Permeáveis: considerada uma das mais importantes características desse material, pois permite um abrandado alívio da pressão hidrostática;
- Baixo Impacto Ambiental: devido a sua geometria e material utilizado, o gabião, por permitir a infiltração e percolação da água e por permitir uma grande interação com o meio, que é possível o crescimento de plantas ou gramíneas na superfície;
- Prático e Versáteis: por poderem ser construídos em praticamente todas as condições ambientais, com ou sem equipamentos mecânicos, e em locais de difícil acesso, e não ter a necessidade de uma exigência de uma grande mão de obra qualificada, esta estrutura se torna mais prática, versátil e econômica.

Considerando a situação da erosão, e a existência da estrutura de macrodrenagem no local, esse canal deve prever contrações para dissipar a energia proveniente da vazão da galeria; combinado com as escadas de dissipação e o Colchão Reno, para que assim possa suavizar o escoamento ao longo do trecho. Como já dito, a execução de um Canal com Contrações, em gabião, é de fácil execução, considerando que as telas já vêm definidas de 1m x 1m.

Outra prática importante a pontuar é a vegetativa, que em síntese consiste em proteger o solo contra o impacto da energia cinética da gota da chuva, e impedir que ocorra o selamento do solo, que por consequência iria diminuir a taxa de infiltração do solo e aumentar o escoamento superficial. Considerando a problemática pontuada neste trabalho, o florestamento e reflorestamento, é uma prática bem mais eficaz e econômica, e levando em conta que a área da erosão é uma APP, além de considerar que mesmo com a degradação da área e possível ver que a vegetação insiste em crescer, conforme o registro fotográfico da área.

Por fim, outra prática que poderia ser utilizada é a edáfica, que consiste para melhorar a fertilidade e as condições morfológicas do solo na fase de plantio, possibilitando um crescimento rápido e sadio das plantas que promovem uma maior cobertura e proteção do solo contra a chuva. Dessa forma, dentre as práticas edáficas, há a Adubação Verde, que consiste em adotar plantas, preferencialmente plantas com alto índice de enraizamento, que devem fornecer ao sistema, matéria orgânica, permitindo melhorar a condição física do solo. São indicadas a utilização de plantas leguminosas, que resulta em um resíduo rico em nitrogênio.

Galeti (1987) pontua algumas diretrizes para o controle de voçorocas de grande porte, tanto na parte de fora e de dentro da erosão, sendo elas:

- Providências a serem adotados para fora da erosão:
 1. Interceptar as águas que correm para a voçoroca;
 2. Cercar a área vizinha a voçoroca para evitar acidentes
 3. Vegetar as área do talude e da erosão.

- Providências a serem adotados dentro da erosão:
 1. Estabilização dos taludes;
 2. Executar barreiras para dissipar a velocidade das águas e reter a terra no leito da voçoroca.

Diante disso, as propostas para intervir na erodibilidade serão de caráter mecânicas e vegetativas. Sendo que a associação dessas técnicas tem se mostrado eficientes no controle de voçorocas, com baixa utilização de recursos e, conseqüentemente, baixo custo de recuperação (MACEDO *et al.*, 1998; ANDRADE *et al.*, 2005). A erosão foi dividida em dois eixos, conforme Anexo II. Para a conservação e controle da erosão do eixo 01, foi proposto um canal com contrações, executado em gabião, que por ser considerado eficiente e economicamente viável. Já no eixo 02 será aterrada e florestada e reflorestada, já que este eixo é uma ramificação proveniente do primeiro. Com isso prova – se que a combinação destas práticas torna o controle da erosão mais eficaz, levando em conta a problemática.

Para iniciar o dimensionamento, deve – se adotar as seguintes diretrizes, para chegar as dimensões do canal. Vale ressaltar que o que está circulado em vermelho, será o adotado, haja em vista que será um canal com contrações, em gabião. Diante disso abaixo está o passo a passo para chegar nas dimensões, que de acordo com a Tabela 1, o elemento hidráulico escolhido foi retangular, posteriormente o coeficiente de manning adotado foi de 0,028, considerando eu o revestimento é em gabião, por fim, de posses dos dados necessários, foi aplicada na equação abaixo para chegar em uma constante, para que assim possamos chegar as dimensões do canal.

$$K = \frac{Q \times n}{\frac{1}{I^2}} \rightarrow K = \frac{7,10 \times 0,028}{0,005^{\frac{1}{2}}} \rightarrow K = 2,81 \text{ adm.}$$

Após achar a constante K, encontrou - se a altura do canal, a partir da tabela 3 abaixo:

CALCULO PARA ENCONTRAR A ALTURA DO CANAL													
h (m)	b (m)	A (m ²)	P (m)	Rh	Rh^2_3	$Rh^2_3 \times A$	Y (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	V (m/s)	Z	$\frac{v^2}{2g}$	Z + $\frac{v^2}{2g}$
0,95	4	3,80	5,90	0,64	0,75	2,83	0,95	7,10	3,80	1,87	0,95	0,17	1,12

Considerando que o Canal deve ter uma folga, ou seja, uma altura ideal para que não transborde. A partir da análise, observou-se que a lâmina é de 0,95m, diante disso será executado um canal de 1,50 metros de altura, por 4 metros de base, levando em conta que o canal deve trabalhar com 75% da sua capacidade para que não transborde. O apêndice B, representa graficamente o dimensionamento proposto.

5 CONCLUSÃO

Proteger os recursos naturais e suas limitações é extremamente importante, principalmente no meio urbano, onde existe grande relação, ambiente e cidade. É imprescindível apontar de forma clara e objetiva a relação situação do local, para que assim possa ser pontuada as melhores formas de minimizar ou sanar a problemática.

Devido à falta de cobertura vegetal; vazão da rede de macrodrenagem; topografia do terreno; e falta de medidas tecnicamente eficientes, desencadeou o processo erosivo.

Grande parte do processo erosivo existente no Parque Cesamar surgiu por meio de ações antrópicas, ou seja, a existência da rede de macrodrenagem, dessa forma classificando-a como Erosão Hídrica.

Diante disso, realizada pesquisas, das visitas ao parque e dos dados obtidos, se escolheu as técnicas mais apropriadas a uma possível reabilitação da área, desta forma, foi sugerido a canalização com contrações, prática mecânica, considerando uma proposta de baixo custo, o ao longo da extensão da erosão, além da recuperação dos taludes por meio de práticas vegetativas, que consistem em reflorestar a Área de Preservação Permanente, e conseqüentemente resolvendo a problemática do assoreamento do córrego Brejo Cumprido, represado no Parque Cesamar.

REFERÊNCIAS

- BALDOTTO, M. A. **Controle Da Erosão**. 2017. Disponível em: <<http://pordentrodoagro.strider.ag/control-da-erosao/>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- BEKAERT. **Gabiões Belgo**. Informe Técnico. 2013
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 10. ed. São Paulo: Ícone Editora, 2017. 360 p.
- BRYAN, R.B. (1974). **Water erosion by splash and the erodibility of Albertan soils**. Geogr. Annlr. 56^a, 159-181.
- CAMAPUM, J.C. et al. **Processos Erosivos no Centro Oeste Brasileiro**. Editora FINATE.
- CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A., CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. **Perda de solo e água em Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.3, p.385-389, 2002.
- DAEE/IPT (1989). Departamento de Água e Energia Elétrica. Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. **Controle de erosão. Bases conceituas e técnicas**. Diretrizes para o planejamento urbano e regional. Orientação para o controle de voçorocas, urbana. IPT, São Paulo, SP, 92p.
- DE PLOEY, J. (1981). **Crusting and time – dependente rainwash mechanisms on loamy soil**. In: **Soil Conservation Problems and Prospect**. Editor; R.P.C. Morgan, 139-152.
- DNIT (2004). **Drenagem - Dissipadores de energia - Especificação de serviço**. Publicação IPR. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias.
- EMBRAPA, **Construção de terraços para controle da erosão pluvial no Estado do Acre**, WADT, P. G. S., Embrapa Acre, Rio Branco, AC, 2003. 44p. il (Embrapa Acre. Documentos, 85).
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. SANTOS, H. G. [et al.], Embrapa Solos, Brasília, DF, 2018. 5. ed., 590p.
- FERNANDES, R. O. **Hidráulica de canais**. 2015. Disponível em: <<http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=canais.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018
- GALERANI, C. A. **Descrição das ações de controle da erosão urbana no Noroeste Do Estado do Paraná**, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5,1995, Bauru. Anais... São Paulo: ABGE, 1995, p. 69-71.
- GALETI, P. A. **Conservação do solo – reflorestamento – clima**. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

GEOPALMAS. **Sistema de Informações Geográficas de Palmas. Secretaria de Desenvolvimento Urbano Sustentável. PALMAS.** Disponível em: <<http://geo.palmas.to.gov.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

GOUDIE, A. **The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography.** Basil Blackwell Ltd., Oxford, Inglaterra, 528p. 1985.

GREENLAND, D.J., RIMMER, D., E PAYNE, D. (1975). **Determination of the structural stability class of English and Welsh soils using a water coherence test.** Journal of Soil Science, 26, 294-303.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas.** In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da: Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. **Erosão e Conservação do Solo: Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1999.

IPT (1986). Departamento de Águas e Energia Elétrica. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo. **Orientação para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe – Paranapanema.** Vol. 06. (IPT, relatório, 24.739), São Paulo, SP.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação do Solo.** São Paulo; Oficina de Textos, 178p, 2002.

MACCAFERRI DO BRASIL LTDA. **Obras de contenção: manual técnico.** Publicação Técnica. 2009.

MARANGO, M. **Geotécnica de Contenção.** Minas Gerais, 2009.

MORGAN, R.P.C. (1986). **Soil erosion and conservation.** Longman Group, Inglaterra, 298p.

NUNES, D.S.; PEREIRA, E.Q. **Monitoramento Ambiental: Caracterização do uso e cobertura do solo no entrono do córrego brejo comprido, município de Palmas – TO.** Brasília, 2016.

PALMAS. Lei n. 1.406, de 16 de dezembro de 2005. **Institui o plano de uso e ocupação do Parque Cesamar e dá outras providências.** Diário Oficial [do Estado do Tocantins]. Palmas, 2005.

PANACHUKI, E.; SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F.; URCHEI, M.A. **Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.2, p.261-268, 2006.

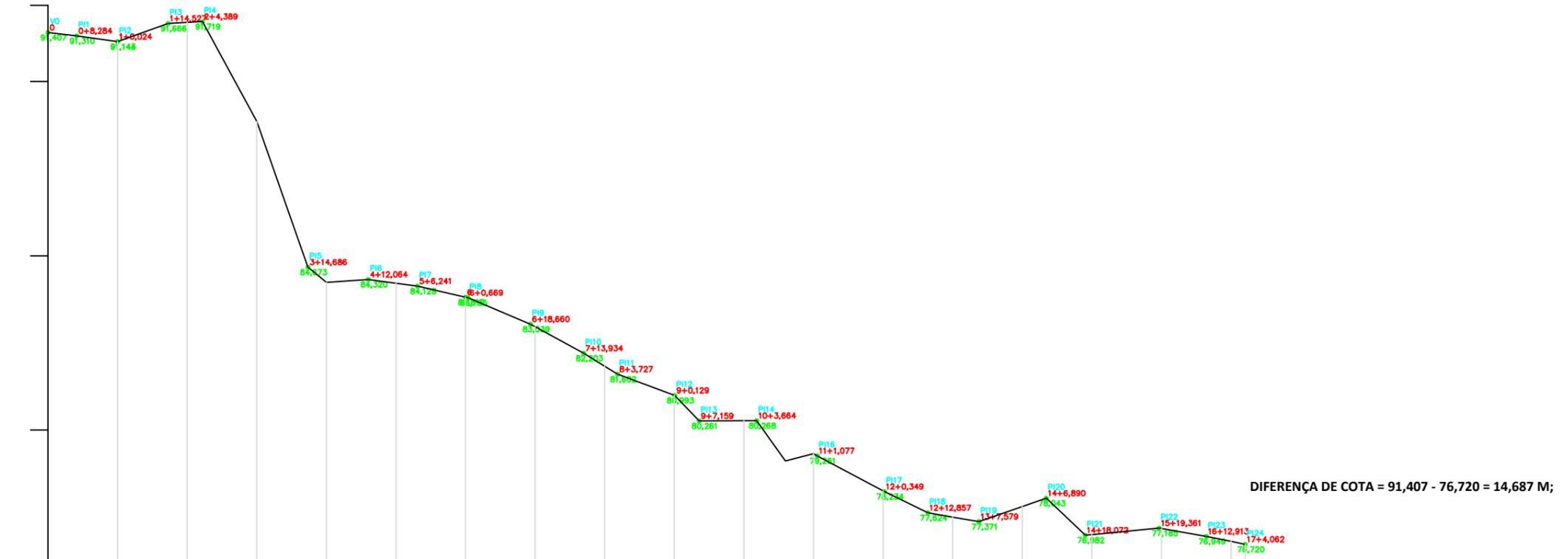
POLIZER, M. **Material de apoio da disciplina de Áreas Degradadas,** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2004.

PRUSKI, F. F. **Conservação de Solo e Água: Práticas Mecânicas para o Controle da Erosão Hídrica.** Viçosa: Editora Viçosa, 2006. 240 p.

SHIN, E. C.; RAO, G. **Geossintéticos no Controle de Erosão**. 2014. Disponível em: <<https://www.geosyntheticssociety.org/wpcontent/plugins/resources/documents/Erosion%20Control/Portuguese.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018

ZOCCAL, J. C. **Práticas mecânicas de conservação de solos**, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 5, 1995, Bauru. Anais... São Paulo: ABGE, 1995, p.19-26.

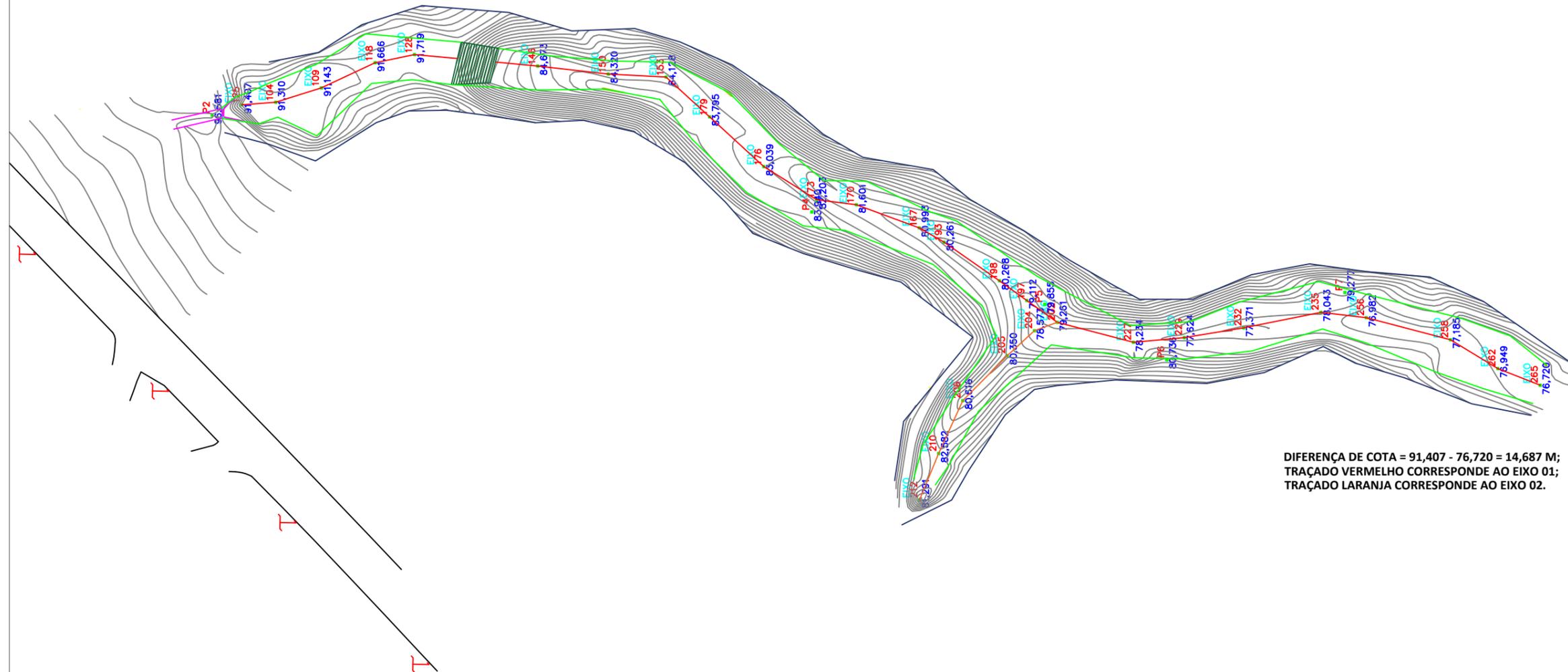
**PERFIL DA EROÇÃO
SEM ESCALA**



DIFERENÇA DE COTA = 91,407 - 76,720 = 14,687 M;

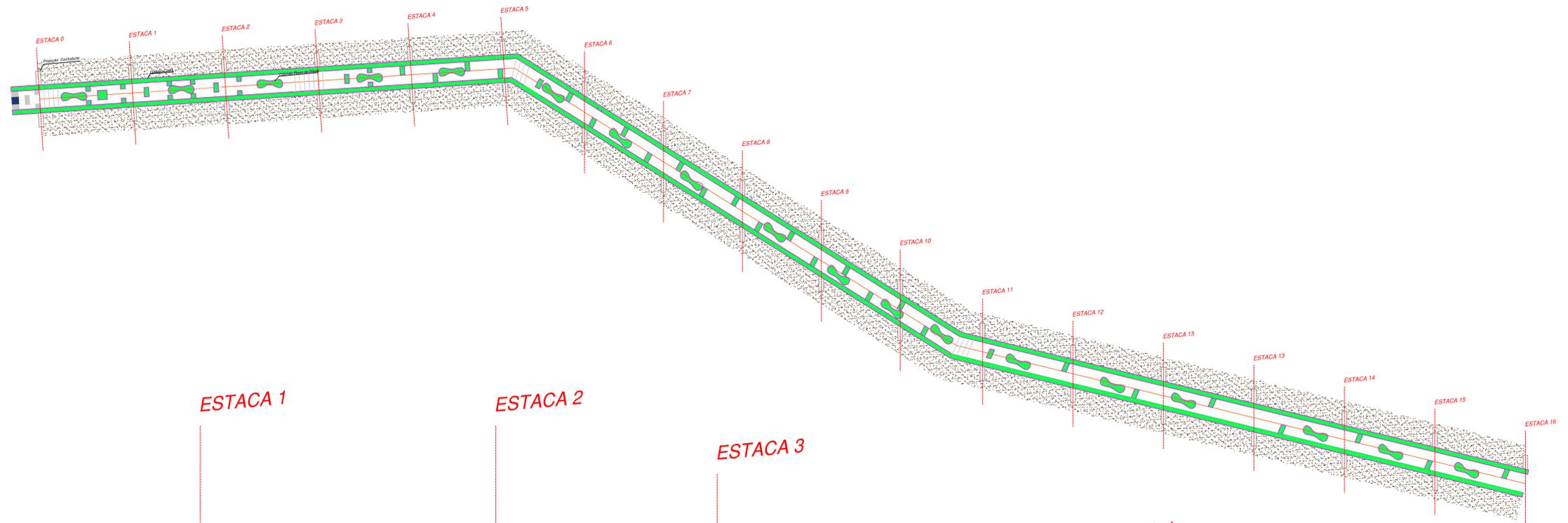
Estaca Inicial	Estaca Final	Distância	Cota do Terreno
0,000	0,000	0,000	91,407
8,284	8,284	8,284	91,310
16,568	16,568	16,568	91,148
24,852	24,852	24,852	91,666
33,136	33,136	33,136	91,695
41,420	41,420	41,420	91,719
49,704	49,704	49,704	88,655
57,988	57,988	57,988	84,673
66,272	66,272	66,272	84,238
74,556	74,556	74,556	84,320
82,840	82,840	82,840	84,213
91,124	91,124	91,124	84,128
99,408	99,408	99,408	83,694
107,692	107,692	107,692	83,038
115,976	115,976	115,976	82,402
124,260	124,260	124,260	81,630
132,544	132,544	132,544	81,602
140,828	140,828	140,828	80,688
149,112	149,112	149,112	80,261
157,396	157,396	157,396	80,266
165,680	165,680	165,680	80,268
173,964	173,964	173,964	79,112
182,248	182,248	182,248	78,318
190,532	190,532	190,532	78,438
198,816	198,816	198,816	78,434
207,100	207,100	207,100	77,624
215,384	215,384	215,384	77,501
223,668	223,668	223,668	77,371
231,952	231,952	231,952	77,603
240,236	240,236	240,236	78,043
248,520	248,520	248,520	78,981
256,804	256,804	256,804	77,900
265,088	265,088	265,088	77,198
273,372	273,372	273,372	77,180
281,656	281,656	281,656	76,949
289,940	289,940	289,940	76,804
298,224	298,224	298,224	76,720
306,508	306,508	306,508	76,720
314,792	314,792	314,792	76,720
323,076	323,076	323,076	76,720
331,360	331,360	331,360	76,720
339,644	339,644	339,644	76,720
347,928	347,928	347,928	76,720
356,212	356,212	356,212	76,720
364,496	364,496	364,496	76,720
372,780	372,780	372,780	76,720
381,064	381,064	381,064	76,720
389,348	389,348	389,348	76,720
397,632	397,632	397,632	76,720
405,916	405,916	405,916	76,720
414,200	414,200	414,200	76,720
422,484	422,484	422,484	76,720
430,768	430,768	430,768	76,720
439,052	439,052	439,052	76,720
447,336	447,336	447,336	76,720
455,620	455,620	455,620	76,720
463,904	463,904	463,904	76,720
472,188	472,188	472,188	76,720
480,472	480,472	480,472	76,720
488,756	488,756	488,756	76,720
497,040	497,040	497,040	76,720
505,324	505,324	505,324	76,720
513,608	513,608	513,608	76,720
521,892	521,892	521,892	76,720
530,176	530,176	530,176	76,720
538,460	538,460	538,460	76,720
546,744	546,744	546,744	76,720
555,028	555,028	555,028	76,720
563,312	563,312	563,312	76,720
571,596	571,596	571,596	76,720
579,880	579,880	579,880	76,720
588,164	588,164	588,164	76,720
596,448	596,448	596,448	76,720
604,732	604,732	604,732	76,720
613,016	613,016	613,016	76,720
621,300	621,300	621,300	76,720
629,584	629,584	629,584	76,720
637,868	637,868	637,868	76,720
646,152	646,152	646,152	76,720
654,436	654,436	654,436	76,720
662,720	662,720	662,720	76,720
671,004	671,004	671,004	76,720
679,288	679,288	679,288	76,720
687,572	687,572	687,572	76,720
695,856	695,856	695,856	76,720
704,140	704,140	704,140	76,720
712,424	712,424	712,424	76,720
720,708	720,708	720,708	76,720
729,092	729,092	729,092	76,720
737,376	737,376	737,376	76,720
745,660	745,660	745,660	76,720
753,944	753,944	753,944	76,720
762,228	762,228	762,228	76,720
770,512	770,512	770,512	76,720
778,796	778,796	778,796	76,720
787,080	787,080	787,080	76,720
795,364	795,364	795,364	76,720
803,648	803,648	803,648	76,720
811,932	811,932	811,932	76,720
820,216	820,216	820,216	76,720
828,500	828,500	828,500	76,720
836,784	836,784	836,784	76,720
845,068	845,068	845,068	76,720
853,352	853,352	853,352	76,720
861,636	861,636	861,636	76,720
869,920	869,920	869,920	76,720
878,204	878,204	878,204	76,720
886,488	886,488	886,488	76,720
894,772	894,772	894,772	76,720
903,056	903,056	903,056	76,720
911,340	911,340	911,340	76,720
919,624	919,624	919,624	76,720
927,908	927,908	927,908	76,720
936,192	936,192	936,192	76,720
944,476	944,476	944,476	76,720
952,760	952,760	952,760	76,720
961,044	961,044	961,044	76,720
969,328	969,328	969,328	76,720
977,612	977,612	977,612	76,720
985,896	985,896	985,896	76,720
994,180	994,180	994,180	76,720
1002,464	1002,464	1002,464	76,720
1010,748	1010,748	1010,748	76,720
1019,032	1019,032	1019,032	76,720
1027,316	1027,316	1027,316	76,720
1035,600	1035,600	1035,600	76,720
1043,884	1043,884	1043,884	76,720
1052,168	1052,168	1052,168	76,720
1060,452	1060,452	1060,452	76,720
1068,736	1068,736	1068,736	76,720
1077,020	1077,020	1077,020	76,720
1085,304	1085,304	1085,304	76,720
1093,588	1093,588	1093,588	76,720
1101,872	1101,872	1101,872	76,720
1110,156	1110,156	1110,156	76,720
1118,440	1118,440	1118,440	76,720
1126,724	1126,724	1126,724	76,720
1135,008	1135,008	1135,008	76,720
1143,292	1143,292	1143,292	76,720
1151,576	1151,576	1151,576	76,720
1159,860	1159,860	1159,860	76,720
1168,144	1168,144	1168,144	76,720
1176,428	1176,428	1176,428	76,720
1184,712	1184,712	1184,712	76,720
1193,096	1193,096	1193,096	76,720
1201,380	1201,380	1201,380	76,720
1209,664	1209,664	1209,664	76,720
1217,948	1217,948	1217,948	76,720
1226,232	1226,232	1226,232	76,720
1234,516	1234,516	1234,516	76,720
1242,800	1242,800	1242,800	76,720
1251,084	1251,084	1251,084	76,720
1259,368	1259,368	1259,368	76,720
1267,652	1267,652	1267,652	76,720
1275,936	1275,936	1275,936	76,720
1284,220	1284,220	1284,220	76,720
1292,504	1292,504	1292,504	76,720
1300,788	1300,788	1300,788	76,720
1309,072	1309,072	1309,072	76,720
1317,356	1317,356	1317,356	76,720
1325,640	1325,640	1325,640	76,720
1333,924	1333,924	1333,924	76,720
1342,208	1342,208	1342,208	76,720
1350,492	1350,492	1350,492	76,720
1358,776	1358,776	1358,776	76,720
1367,060	1367,060	1367,060	76,720
1375,344	1375,344	1375,344	76,720
1383,628	1383,628	1383,628	76,720
1391,912	1391,912	1391,912	76,720
1400,196	1400,196	1400,196	76,720
1408,480	1408,480	1408,480	76,720
1416,764	1416,764	1416,764	76,720
1425,048	1425,048	1425,048	76,720
1433,332	1433,332	1433,332	76,720
1441,616	1441,616	1441,616	76,720
1449,900	1449,900	1449,900	76,720
1458,184	1458,184	1458,184	76,720
1466,468	1466,468	1466,468	76,720
1474,752	1474,752	1474,752	76,720
1483,036	1483,036	1483,036	76,720
1491,320	1491,320	1491,320	76,720
1499,604	1499,604	1499,604	76,720
1507,888	1507,888	1507,888	76,720
1516,172	1516,172	1516,172	76,720
1524,456	1524,456	1524,456	76,720
1532,740	1532,740	1532,740	76,720
1541,024	1541,024	1541,024	76,720
1549,308	1549,308	1549,308	76,720
1557,592	1557,592	1557,592	76,720
1565,876	1565,876	1565,876	76,720
1574,160	1574,160	1574,160	76,720
1582,444	1582,444	1582,444	76,720
1590,728	1590,728	1590,728	76,720
1599,012	1599,012	1599,012	76,720
1607,296	1607,296	1607,296	76,720
1615,580	1615,580	1615,580	76,720
1623,864	1623,864	1623,864	76,720
1632,148	1632,148	1632,148	76,720
1640,432	1640,432	1640,432	76,720
1648,716	1648,716	1648,716	76,720
1657,000	1657,000	1657,000	76,720
1665,284	1665,284	1665,284	76,720
1673,568	1673,568	1673,568	76,720
1681,852	1681,852	1681,852	76,720
1690,136	1690,136	1690,136	76,720
1698,420	1698,420	1698,420	76,720
1706,704	1706,704	1706,704	76,720
1714,988	1714,988	1714,988	76,720
1723,272	1723,272	1723,272	76,720
1731,556	1731,556	1731,556	76,720
1739,840	1739,840	1739,840	76,720
1748,124	1748,124	1748,124	76,720
1756,408	1756,408	1756,408	76,720
1764,692	1764,692	1764,692	76,720
1772,976	1772,976	1772,976	76,720
1781,260	1781,260	1781,260	76,720
1789,544	1789,544	1789,544	76,720
1797,828	1797,828	1797,828	76,720
1806,112	1806,112	1806,112	76,720
1814,396	1814,396	1814,396	76,720
1822,680	1822,680	1822,680	76,720
1830,964	1830,964	1830,964	76,720
1839,248	1839,248	1839,248	76,720
1847,532	1847,532	1847,532	76,720
1855,816	1855,816	1855,816	76,720

**DETALHE DO EIXO DA EROSÃO
SEM ESCALA**

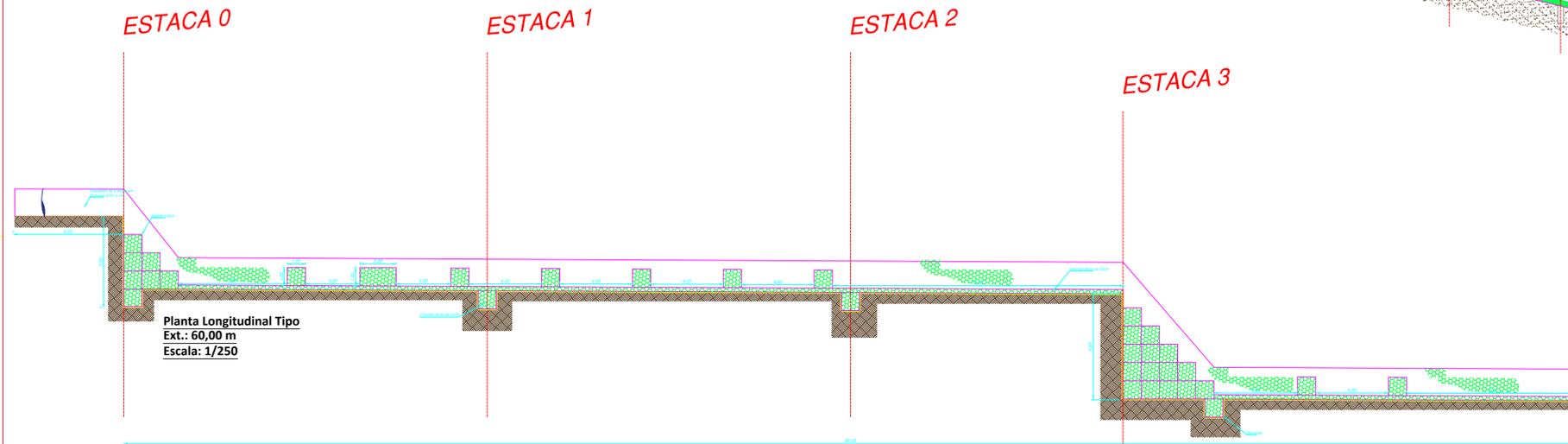


DIFERENÇA DE COTA = 91,407 - 76,720 = 14,687 M;
 TRAÇADO VERMELHO CORRESPONDE AO EIXO 01;
 TRAÇADO LARANJA CORRESPONDE AO EIXO 02.

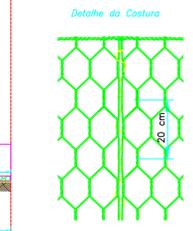
AUTORIA DO PROJETO: SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS DE PALMAS - TO.	CENTRO UNIVERSITARIO LUTERANO DE PALMAS TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II		
	FORMANDO: BRUNO RODRIGUES MOUZINHO	ORIENTADOR: Prof. M.e EDIVALDO ALVES DOS SANTOS	
	ENDEREÇO DA OBRA: PALMAS - TO	DATA: OUTUBRO/2018	REVISÃO: 00/00
	CONTEUDO: TOPOGRAFIA DA EROSÃO	ANEXO II	



Planta Esquemática
Ext.: 340,00 m
Escala: 1/500



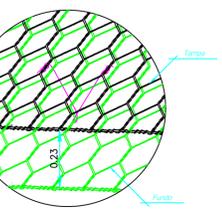
Planta Longitudinal Tipo
Ext.: 60,00 m
Escala: 1/250



Detalhamento Costura Sem Escala



Detalhamento Atramentamento Sem Escala



Detalhamento Colchão Reno Sem Escala

Especificação

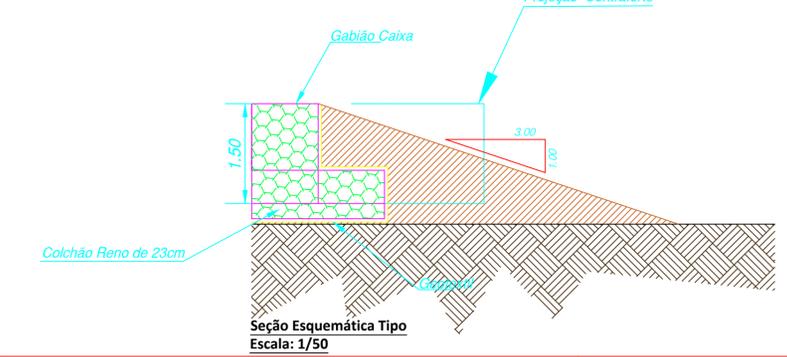
Gabiões tipo caixa confeccionados em malha hexagonal de dupla torção, tipo 6x10 (NBR 10514-88) com resistência à tração de 34,0 kN/m (ASTM A 975), a partir de arames de aço BTC (Baixo Teor de Carbono) revestidos com liga (Zn5%/% Aluminio - MM, conforme a ASTM A 656-98), numa quantidade superior a 244,0 g/m² (ASTM A 656), no diâmetro de 2,40 mm e recobertos com PVC cinza, de espessura mínima de 0,40 mm (NBR 10514-88). Os gabões tipo caixa apresentam diafragmas inseridos de metro em metro durante o processo de fabricação e são acompanhados de arames do mesmo tipo, para as operações de amarração e atramentamento, no diâmetro de 2,20 mm e nas proporções de 8%/% sobre o peso dos gabões com 1,00 m de altura e 6%/% para os de 0,50 m de altura.

Especificação

Colchões Reno confeccionados em malha hexagonal de dupla torção, tipo 6x8 (NBR 10514-88), com resistência à tração de 35,0 kN/m (ASTM A 975), a partir de arames de aço BTC (Baixo Teor de Carbono) revestidos com liga (Zn5%/% Aluminio - MM, conforme a ASTM A 656-98), numa quantidade superior a 244,0 g/m² (ASTM A 656), no diâmetro de 2,00 mm recobertos com PVC cinza, de espessura mínima de 0,40 mm (NBR 10514-88). Os Colchões Reno apresentam diafragmas de parede dupla, moldados de metro em metro durante o processo de fabricação a partir do pano base, formando um único elemento e são acompanhados de arames do mesmo tipo, para as operações de amarração e atramentamento, no diâmetro de 2,20 mm e na proporção de 6%/% sobre seu peso.

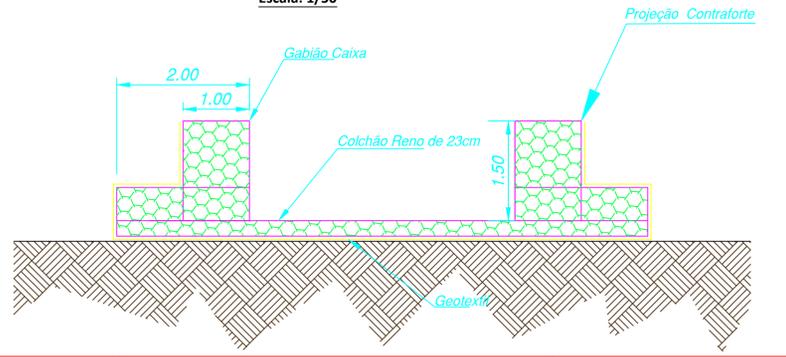
- Parede em Gabião
- Solo natural
- Alastro compactado com material de boa qualidade

Seção Esquemática Tipo
Escala: 1/50



Seção Esquemática Tipo
Escala: 1/50

Seção Esquemática Tipo
Escala: 1/50



CENTRO UNIVERSITARIO LUTERANO DE PALMAS		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II		
ORIENTADOR	Prof. M.e EDIVALDO ALVES DOS SANTOS	TCC II
DETALHE DO DISSIPADOR EM GABIÕES		
LOCAL	PARQUE CESAMAR, PALMAS-TO	DATA
01/01	PROJETO EXECUTIVO	OUTUBRO/2018
DISSSIPADOR EM GABIÕES - TCC II	INDICADA	REV.00 - OUTUBRO/2018
BRUNO RODRIGUES MOURINHO		DEFINIÇÃO
COORDENADOR	Coordenadas e cotas foram arbitrárias.	