



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*

Vitor Hugo Oliveira Ribeiro

ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA CAUSADORES DE EROSÕES EM ÁREAS URBANAS: Estudo de caso Paraíso do Tocantins

Palmas – TO

2018

Vitor Hugo Oliveira Ribeiro

ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA CAUSADORES DE EROSÕES EM ÁREAS
URBANAS: Estudo de caso Paraíso do Tocantins

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.^a Kenia Parente Mendonça

Palmas – TO

2018

Vitor Hugo Oliveira Ribeiro
ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA CAUSADORES DE EROSÕES EM ÁREAS
URBANAS: Estudo de caso Paraíso do Tocantins

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.^a Kenia Parente Mendonça

Aprovado em: 21 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Kenia Parente Mendonça

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof.^a DSc. Angela Ruriko Sakamoto

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof.^a Msc. Jacqueline Henrique

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, sendo Ele quem me deu a vida, a saúde, as oportunidades para que eu persistisse e superasse os desafios que surgiram ao longo dessa caminhada.

À minha família, em especial a minha mãe senhora Shirley e o meu pai Neilon que me educou e sempre foram meus grandes companheiros, que sempre me deram oportunidades diversas de adquirir experiência para aprender a batalhar com a vida.

Minha orientadora Prof.^a Kenia Parente Mendonça que sempre demonstrou preocupação com a caminhada deste trabalho, e sempre muito prestativa e compreensiva, disposta a oferecer o melhor do seu conhecimento adquirido de anos de estudo.

Os membros da minha banca examinadora por aceitarem o convite, aos meus honrados mestres por se disporem a compartilhar dos seus conhecimentos, agradeço aos meus amigos que me apoiaram nesta reta final e a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para meu trabalho de conclusão de curso, para vida e para meu aprendizado.

RESUMO

RIBEIRO, Vitor Hugo Oliveira. **Análise Da Problemática Causadores De Erosões Em Áreas Urbanas:** Estudo de caso Paraíso do Tocantins. 2018. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2018.

O crescimento urbano não planejado faz com que as cidades cresçam de modo caótico. Ao avaliar a cidade de Paraíso do Tocantins observamos que não foi elaborado um plano diretor, demonstrando que seu crescimento foi desordenado, fazendo com que o crescimento da cidade ocorresse em locais que não tem capacidade de suporte para construções. O crescimento desordenado afeta a infraestrutura, o saneamento básico e o meio ambiente. Quanto maior o número de edificações, maior a impermeabilidade do solo, tendo como consequência um crescimento de escoamento superficial, causador de erosões. Este trabalho tem como objetivo: estudar um problema de erosão em uma área residencial de Paraíso do Tocantins, identificar o principal fator causador da erosão, analisar diferentes soluções tecnológicas para o problema de erosão apontando a solução mais adequada técnica, econômica e ambientalmente. O que resultou no estudo das técnicas para melhor solução da problemática, foram o uso de Geotêxtil, Gabião e Paliçada. Conclui-se que a melhor solução e o método de Gabião devido ao seu custo benefício.

Palavras-chave: Erosão, Impermeabilização, escoamento superficial

ABSTRACT

RIBEIRO, Vitor Hugo Oliveira. **Analysis of the Problem Causing Erosions in Urban Areas:** Case study Paraíso do Tocantins. 2018. 40 f. TCC (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas, 2018.

Unplanned urban growth causes cities to grow in a chaotic way. When evaluating the city of Paraíso do Tocantins we observed that a master plan was not elaborated, demonstrating that its growth was disordered, causing the city growth to occur in places that do not have support capacity for buildings. Disorganized growth affects infrastructure, sanitation, and the environment. The higher the number of buildings, the greater the impermeability of the soil, resulting in a growth of surface runoff, causing erosion. The objective of this work is to study an erosion problem in a residential area of Paraíso do Tocantins, to identify the main erosion factor, to analyze different technological solutions for the erosion problem, pointing out the most appropriate technical, economical and environmental solution. What resulted in the study of the techniques to better solve the problem, were the use of Geotêxtil, Gabião and Paliçada. It is concluded that the best solution and the Gabion method due to its cost benefit.

Key words: Erosion, Waterproofing, runoff

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. FATORES QUE PROVOCAM A EROSÃO E TERMOS NOMINAIS.....	14
FIGURA 2. EROSÃO EÓLICA.....	15
FIGURA 3. EROSÃO ACELERADA CAUSADA PELA INTERVENÇÃO HUMANA.....	16
FIGURA 4. EROSÃO PLUVIAL CAUSADA PELA CHUVA DEVIDO A FALTA DE VEGETAÇÃO.....	16
FIGURA 5. EROSÃO FLUVIAL.....	17
FIGURA 6. EROSÃO LAMINAR EM UM SOLO AGROPECUÁRIO.....	17
FIGURA 7. RAVINA.....	18
FIGURA 8. VOÇOROCA ATIVA EM AREA URBANA.....	19
FIGURA 9. FLUXOGRAMA DE INTERVENÇÕES.....	20
FIGURA 10. LOCAL DA VOÇOROCA NO MAPA.....	24
FIGURA 11. VOÇOROCA EXISTENTE EM PARAÍSO DO TOCANTINS.....	25
FIGURA 12. LOCAL ANTES DA VOÇOROCA.....	26
FIGURA 13. FLUXOGRAMA DA PESQUISA.....	27
FIGURA 14. MAPA TOPOGRÁFICO DE PARAISO DO TOCANTINS.....	28
FIGURA 15. USO DE GEOTÊXTIL TECIDO E NÃO-TECIDO NA PRIMEIRA OBRA DE TALUDE DE SOLO REFORÇADO NO BRASIL.....	29
FIGURA 16. GABIÃO FEITO EM PARAÍSO DO TOCANTINS.....	31
FIGURA 17. PALIÇADAS DE EUCALIPTOS TRATADOS.....	32
FIGURA 18. TÉCNICA DE APLICAÇÃO GABIÃO COM VEGETAÇÃO RASTEIRA.....	35
FIGURA 19. PREENCHIMENTO DO LOCAL COM ENTULHO.....	36
FIGURA 20. LOCAL RECUPERADO PELA PREFEITURA MUNICIPAL DE PARAÍSO DO TOCANTINS.....	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. TABELA DE PONTUAÇÃO DAS TECNICAS..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	American Society for Testing and Materials
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

LISTA DE SÍMBOLOS

Km ²	Kilômetros quadrados
Zn	Zinco
mm	Milímetro
m	Metro
%	Porcento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Problema de Pesquisa	11
1.2	Hipóteses	12
1.3	Objetivos	12
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	12
1.3.1	<i>Objetivos Específicos</i>	12
1.4	Justificativa	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Tipos de Erosões	14
2.2	Voçoroca	18
2.3	Controle preventivo	20
2.3.1	<i>Geotêxteis</i>	21
2.3.2	<i>Gabiões</i>	21
2.3.3	<i>Paliçadas</i>	22
2.4	Erosões em ambientes urbanos	22
3	METODOLOGIA	24
3.1	Desenho de Estudo	24
3.2	Local e Período de Realização da Pesquisa	24
3.3	Objeto de Estudo	25
3.4	Instrumentos de Coleta e Análise	26
4	ANÁLISE DA SOLUÇÃO	28
4.1	Geografia e questões urbanas	28
4.2	Alternativas técnicas	28
4.2.1	<i>Geotêxteis</i>	28
4.2.2	<i>Gabião</i>	30
4.2.3	<i>Paliçada</i>	31
4.3	Critérios e alternativas de solução	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1	Solução Proposta	34
5.2	Análise da solução adotada pela PMPT	35
6	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A maioria das cidades não possuem um planejamento estrutural inicial, com um plano diretor que a norteie, para que tenha um zoneamento propício de planejamento para o uso do território de forma adequada, fazendo a ocupação de forma segura, para que o crescimento populacional não prejudique o meio ambiente criando impactos e degradações, evitando prejudicar futuras gerações.

O desenvolvimento urbano não projetado faz com que as cidades cresçam de modo desordenado, por isso foi instaurado o plano diretor, que é objeto de lei de acordo com a art. 182 da Constituição Federal de 1988, sendo obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, um instrumento da política de expansão e desenvolvimento urbano, procurando ordenar o desenvolvimento social da cidade e garantindo o bem-estar dos seus habitantes.

Na cidade de Paraíso do Tocantins não foi elaborado um plano diretor. Por conseguinte, o seu desenvolvimento foi desordenado, se expandiu em áreas que não possuem a capacidade de suporte necessária para o seu desenvolvimento, causando impactos ambientais no decorrer do tempo.

O crescimento da cidade sem planejamento, afeta o meio ambiente, a infraestrutura e o saneamento básico. Esse crescimento faz com que mais ruas sejam asfaltadas e mais casas construídas, e, por conseguinte, mais superfícies impermeabilizadas. Com isso, o solo não absorve a água da chuva e com a falta do sistema de drenagem, pode ocorrer erosões que causam impactos ambientais, bem como, outros prejuízos para o ser humano.

Essa pesquisa é baseada no estudo de um problema de erosão em uma área residencial de Paraíso do Tocantins, tendo como objetivo analisar o que ocorreu em uma determinada área e propor uma solução eficaz ao problema, para assim, evitar que ocorram semelhantes problemas futuros.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A voçoroca é um tipo de erosão com grau de dano altíssimo, que pode prejudicar a natureza e ocasionar riscos ao ser humano. Diante disso, o problema dessa pesquisa consiste em investigar qual é a melhor solução para uma voçoroca em área urbana de Paraíso do Tocantins?

1.2 HIPÓTESES

O órgão público responsável pela manutenção pode estar trabalhando sob pressão em determinada época e por isso fazendo soluções paliativas.

Existem soluções tecnológicas em engenharia que conseguem resolver o problema definitivamente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a problemática de uma erosão e propor solução técnica adequada ambientalmente em uma área residencial localizada em Paraíso do Tocantins.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Identificar os possíveis fatores causadores da erosão;
- Estudar diferentes soluções tecnológicas para o problema de erosão;
- Apontar a solução mais adequada técnica, econômica e ambiental.

1.4 JUSTIFICATIVA

A busca por formas de reduzir a agressão exercida sobre a natureza passa a ser cada vez mais necessária, principalmente em um mundo onde os recursos naturais são limitados, sendo assim necessária a recuperação das áreas que hoje se encontram degradadas.

A voçoroca causa muitos impactos ambientais, como a eliminação de terras férteis, pode causar destruição de estradas ou outras obras de engenharia, proporciona situações de risco ao ser humano, assoreamento rios e reservatórios, rebaixamento do lençol freático no entorno e até mesmo secando as nascentes, além disso, dificulta o acesso em determinadas áreas, deteriora pastagens e cultivos agrícolas.

Por isso, a importância de se desenvolver atividades para a recuperação dessas áreas degradadas, sempre procurando a melhor técnica de recuperação, para que não atinja o meio ambiente e nem a população.

As práticas conservadoras são de extrema importância, quando o objetivo é garantir a máxima infiltração de água, menor escoamento superficial das águas da chuva, conseqüentemente, mantimento da estrutura e estabilidade do solo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A erosão é um dos processos responsáveis pela modelagem superficial da Terra que, segundo Santana e Nummer (2010), é governada por agentes climáticos e por um conjunto de fenômenos naturais, sendo estes a ação da água e vento, natureza do material, relevo e ação antrópica. Este conjunto de processos resulta no desgaste físico dos materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre que são reduzidos a partículas de variados tamanhos.

“As erosões se classificam quanto à forma que surgiram, e podem se dividir em dois grandes grupos: a erosão natural ou geológica, e a erosão antrópica ou acelerada” (BRITO, 2012 *apud* CAMAPUM et al, 2006).

O processo erosivo ocorre naturalmente na superfície terrestre ao longo do tempo geológico e é responsável pela modelagem do relevo da Terra. A suscetibilidade erosiva depende do tipo de paisagem local, que pode ou não ser potencializada de acordo com o uso do terreno pelo agente humano (BRITO, 2012).

Guerra *et al.* (2007), também fala sobre a influência humana no solo e a potencialização da erosão. Após a retirada da cobertura vegetal, o solo fica exposto aos agentes climáticos e isso provoca a extrema redução de sua permeabilidade. “A redução da permeabilidade aumenta a compactação do solo, desencadeando sérios problemas, como processos erosivos, principalmente do tipo laminar, que além de degradarem também o empobrecem” (GUERRA, 2007). Por isso, o estudo das erosões é fundamental para o planejamento do uso do solo.

A deterioração do ambiente tem início quando a exploração do recurso natural é superior ao que a natureza pode reconstruir.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), a vegetação é a defesa natural do solo contra a erosão, tendo como benefícios: a proteção contra impacto direto das chuvas; a decomposição das raízes das plantas que formando canalículos no solo aumenta a infiltração; a dispersão da água, evaporando antes de atingir o solo; a diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada com o aumento de atrito pela superfície; a melhoria da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim a sua capacidade para retenção de água.

2.1 TIPOS DE EROSÕES

A figura 1 apresenta os diversos tipos de erosões existentes, os agentes provocantes e os termos nominais. Após a apresentação simplificada dos processos de erosão, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo estudar e analisar as erosões relacionadas ao fator água, especificamente a erosão cujo fator é o Fluxo Concentrado, nominada Erosão Linear – Voçoroca.

Figura 1. Fatores que provocam a erosão e termos nominais

FATOR	TERMO
Água	Erosão Hídrica
Chuva	Erosão Pluvial
Fluxo Superficial	Erosão Laminar
Fluxo Concentrado	Erosão Linear (sulco, ravina, voçoroca)
Rio	Erosão Fluvial
Lago e Reservatórios	Erosão <u>Lacustrina</u> ou <u>límica</u>
Mar	Erosão Marinha
Geleira	Erosão Glacial
Neve	Erosão <u>Nival</u>
Vento	Erosão Eólica
Terra e Detritos	Erosão <u>Soligênica</u>
Organismos	Erosão <u>Organogênica</u>
Plantas	Erosão Fitogênica
Animais	Erosão <u>Zoogênica</u>
Homens	Erosão Antropogênica

Fonte: Brito (2012)

A erosão eólica é gerada pelos ventos, quanto maior a velocidade dos ventos e quanto mais área livre de vegetação o ambiente tiver, mais intensa será a erosão. Este é o tipo que mais atinge o Brasil como mostra a figura 2.

Figura 2. Erosão Eólica



Fonte: Ferreira (2012).

A erosão Soligênica tem como agente ativo o solo e seus detritos, que segundo o dicionário Aurélio detritos são “resíduos do que se desorganizam por atrito; restos”. Estes resíduos, assim como dito no primeiro parágrafo deste referencial teórico, geram desgaste dos materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre e são reduzidos a partículas de variados tamanhos.

A erosão Organogênica ocorre através da ação de organismos vivos como os animais (Erosão Zoogênica) e plantas (Erosão Fitogênica). “A erosão é, portanto, um processo geomorfológico de organismos influenciando de forma direta na gênese e evolução das vertentes” (PITTELKOW, 2013).

Segundo Pittelkow (2013) Erosão Antropogênica é uma erosão acelerada, desencadeada por processos provocados pela intervenção humana como mostra a figura 3.

Figura 3. Erosão acelerada causada pela intervenção humana.



Fonte: Francisco (2018).

Dentre as principais formas de degradação do solo, está a erosão hídrica, provocada pela água, fazendo parte do ecossistema e sendo relacionada ao escoamento superficial. Ela pode gerar prejuízos ambientais, sociais e econômicos.

A erosão pluvial é provocada pela água das chuvas. Tem ação lenta, porém, se depara com solo desprovido de vegetação, como nas áreas desmatadas, sua ação pode ser acelerada como mostra a figura 4 (CPRM, 2016).

Figura 4. Erosão pluvial causada pela chuva devido a falta de vegetação.



Fonte: Pena (2018)

Erosão fluvial “É aquela causada por rios, perenes ou temporários” (Portal CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil). Muito próxima da Erosão Pluvial só que em maior escala, prolongada ou em alguns casos até permanente, um exemplo mostrado pela a figura 5.

Figura 5. Erosão fluvial.



Fonte: Ferreira (2012).

Erosão laminar é a erosão em lençol, que remove as camadas superficiais do solo, que ocorre devido ao escoamento não concentrado. Está ligada ao uso inadequado do solo, principalmente no solo de uso agropecuário como mostra na figura 6 (NAKAJIMA, 2015).

Figura 6. Erosão laminar em um solo agropecuário.



Fonte: Nakajima (2015)

Límica ou Lacustre é uma erosão ocasionada pela ação dos lagos, que são massas de água que se acumulam numa depressão topográfica totalmente cercada por terra.

“Os principais fatores que regem a sedimentação em rios e lagos podem ser divididos em físicos, químicos e biológicos. Nos lagos os fatores químicos e/ou biológicos têm um peso tão grande ou até maior do que os físicos” (OLIVEIRA; CÁPRIO; DANTAS, 2009 *apud* RUST, 1982).

A concentração do fluxo d’água em canais pode evoluir para a forma de ravinas. De acordo com Guerra (1994, p. 181), “as ravinas são, quase sempre, iniciadas a uma distância crítica do topo da encosta, onde o escoamento superficial se torna canalizado. Elas podem ser formadas próximas à base das encostas, onde uma pequena incisão recua em direção ao topo da encosta”, e, por sua vez, podem dar origem às voçorocas.

A quantidade excessiva de água atinge o solo de tal forma que as ravinas são semelhantes a pequenos vales ou então grandes valas, por serem muito profundas como mostra a figura 7.

Figura 7. Ravina.



Fonte: Cultura mix (2012).

2.2 VOÇOROCA

Conforme a norma NBR 6502:1995 voçoroca, é uma forma erosiva, trabalhada pela erosão superficial e pelo solapamento provocado pela erosão subterrânea, em

terrenos geralmente arenosos (ABNT, 1995). A voçoroca pode originar escavações de paredes abruptas de dezenas de metros de largura e comprimento.

Locais limpos de vegetação, encostas desmatadas, estes são pontos propensos a formação de voçorocas. Uma forma mais avançada do processo erosivo, as voçorocas são o resultado máximo da erosão, que tem degradado solos e deixando-os até inutilizáveis quando atingem o nível freático. Chegar ao extremo de atingir o lençol freático dificulta ainda mais o controle da erosão, pois tem influência direta no fluxo do lençol, como mostra a figura 8.

Figura 8. Voçoroca ativa em área urbana.



Fonte: Wikimapia.

Segundo Guerra (1994, p. 183), “as voçorocas são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes e, em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os eventos chuvosos”. Segundo Rodriguez (2000) *apud* Silveira & Mendonça (2005, p.232): “as voçorocas são fenômenos naturais de gênese e evolução complexa, já que tanto os fluxos superficiais quanto os subsuperficiais, bem como os diversos tipos de movimentos de massa podem atuar isolada ou conjuntamente na sua formação e evolução.”

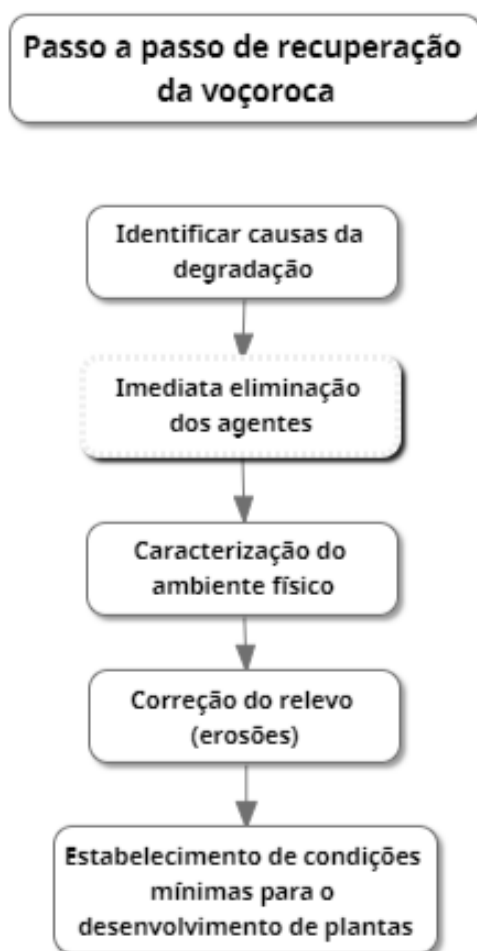
2.3 CONTROLE PREVENTIVO

De acordo com Salomão (1999, p. 229), a adoção de medidas efetivas de controle preventivo e corretivo da erosão depende da dinâmica de funcionamento hídrico sobre o terreno, devendo considerar também a dinâmica do uso do solo, suas propriedades físicas e químicas, bem como as condições climáticas, em áreas urbanas em especial a interferência antrópica.

De acordo com Felfili et al. (2000), para que áreas degradadas de Cerrado sejam recuperadas é necessário que seja realizado um planejamento, com objetivos claros e bem definidos.

Como apresenta na figura 9 uma sequência de intervenções proposta por Guerra et al. (2007).

Figura 9. Fluxograma de intervenções.



Fonte: Adaptada pelo autor.

A escolha dos métodos utilizados na prevenção à erosão e como são colocados em práticas são feitas baseadas nas características ambientais, sociais e econômicas de cada meio urbano. Práticas isoladas podem prevenir parte do problema, mas não ele como um todo e, por isso, a maneira mais adequada de prevenir uma erosão é utilizar simultaneamente diversas práticas associadas, de forma que estas sejam efetivas.

2.3.1 Geotêxteis

O uso de geotêxteis, que são mantas contínuas de fibras ou filamentos, tecidos, não tecidos, tricotados ou costurados. De acordo com Bezerra (2012), o uso de mantas geotêxteis pode-se manter a superfície do solo mais úmida, além de servir de suporte para o crescimento da vegetação, melhorar indiretamente a circulação da água no perfil do solo, aumentar a infiltração, reduzir o escoamento superficial, diminuir a erosão superficial, aumentar o teor de matéria orgânica, sendo eficientes no controle dos processos erosivos superficiais, constituindo uma alternativa em relação à engenharia tradicional.

2.3.2 Gabiões

De acordo com Pereira (2018), depois que o projeto do muro dimensionado, é feito por um profissional qualificado e habilitado, para poder executar o processo. Com isso começa os trabalhos como o serviço de terraplanagem, com a limpeza do local e a regularização da base. Aconselha-se que o muro possua uma inclinação de 10% adentro dos taludes, para quando o talude começar a deformar e empuxar o muro este permanecer totalmente na vertical. Os degraus do muro devem ser colocados para a face do talude, sendo que o peso próprio do aterro age sobre a contenção, deve-se construir canaletas no pé do muro, para proteger de erosão e saturação do solo provocado pelo escoamento da água.

As caixas metálicas, são montadas no lugar onde permanecerão aplicadas, as telas precisam ser abertas e dobradas. Depois são colocadas no gabarito, na parte frontal do muro, para evitar deformação da estrutura metálica. Após esse processo, começa o preenchimento com pedras, sendo aplicada em três camadas, sempre as organizando para que não tenha muitos vazios. É recomendado que se coloque dois tirantes metálicos a cada 1/3 da altura do gabião, mas sem esticá-los

muito para que não ocorra deformação da caixa. Depois do preenchimento total com as pedras, deve se fechar a caixa metálica e começar o processo de costurar para fazer as ligações entre as caixas. A costura precisa passar em todos os cantos, após a finalização da costura, deve ser retirado o gabarito da primeira camada do gabião e alinhados para que possa se iniciar a próxima camada (LOTURCO, 2006).

2.3.3 Paliçadas

De acordo com Benti (2012), a metodologia para a implantação desse sistema de recuperação é simples e tem casos de sucesso em todo território nacional. Primeiro são implantadas as barreiras feitas de pneus velhos e bambus; essas barreiras irão conter os sedimentos e, então, ao redor e no fundo das voçorocas são plantadas algumas mudas de leguminosas para promover a vegetação local. As mantas utilizadas nas paliçadas, tem o poder de atuação semelhantes ao de esponjas, freando o efeito erosivo por amortecer o impacto da água no solo, tornando o processo de infiltração mais lento. Existem dois tipos, as feitas somente com bambus e as com pneus e bambus.

Ainda de acordo com Benti (2012), as que são feitas com pneus, são colocados bambus centralizados e em cada um deles são encaixados cinco pneus velhos. Depois os pneus são enchidos com areias e na frente deles, na parte em que chega a água, são colocados sacos de ráfia, presos por arames, para fazer o processo de filtragem dos sedimentos. Nas que são feitas somente com bambus, estes são utilizados verdes e são fixados nas laterais onde o terreno estiver propício. Estas barreiras de bambu se constituem de dois a três colmos na vertical e o restante se posicionam na horizontal para formar muros, os bambus são presos por arames queimados. O próximo passo é a inserção dos sacos de ráfia. Dados da Embrapa, apresentados pelo Estadão, comprovam a eficácia das paliçadas “a alternativa reduz o carreamento de sedimentos em 90% já no primeiro ano e, após cinco anos, atinge 98% auxiliada pela abertura vegetal formada por folhas e galhos”.

2.4 EROSÕES EM AMBIENTES URBANOS

A retirada da mata ciliar, depósitos irregulares de lixo e alta impermeabilização da bacia urbana aumentam o transporte e sedimentação das partículas de solos, o que afeta a frequência e intensidade das inundações em cursos d'água (ROBAINA et al., 2001).

Segundo Coan, Sena e Bianco (2002) a intervenção seria a revegetação acima das voçorocas, dos taludes e do fundo das voçorocas, a fim de propiciar condições para a estabilização, com espécies de cobertura do solo e arbóreas, e a implantação de cordões de vegetação permanente e/ou paliçadas no caminho da entrada de águas e no leito das voçorocas.

O processo de recomposição de um ecossistema natural, perturbado pela ação antrópica, passa pela restauração e dois processos de revegetação, denominados de recuperação e reabilitação (SOUZA e SILVA,1996). As técnicas de revegetação baseiam-se em princípios naturais (sucessão)e diferem pelas espécies utilizadas no processo de regeneração do ecossistema.

O termo recuperação, de acordo com a Lei no 9.985, de 18 de Julho de 2000, em seu Artigo 2o, inciso XIII, define recuperação como: “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”, e o inciso XIV define restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original" (BRASIL, 2000).

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DE ESTUDO

Foi desenvolvida uma pesquisa aplicada a fim de buscar alternativas para encaminhar a solução de erosão urbana. Trata-se de uma pesquisa de propósito exploratório realizada por meio da análise bibliográfica e aplicada a um caso de voçoroca na cidade de Paraíso do Tocantins, de abordagem qualitativa.

3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em Paraíso do Tocantins, a cidade tem uma área territorial de 1.268,060 km², com uma população estimada em 2015 de 49.076 habitantes, que faz limite com os municípios de Porto Nacional, Monte Santo do Tocantins, Chapada de Areia e Pugmil (PARAÍSO DO TOCANTINS, 2015). A região em que ocorreu a erosão localiza-se na Rua Barão do Rio Branco de coordenadas 10°10'50,65''S e 48°52'55,40''O,

Figura 10. Local da voçoroca no mapa.



Fonte: Google Earth, imagem de 2017.

3.3 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo trata-se de um fenômeno geológico, que consiste em uma erosão do solo, esta pode ocorrer por causas naturais ou pela ação do homem.

Por causas naturais, a principal responsável pela ocorrência de erosão é a água da chuva; em grande quantidade pode causar infiltrações, mudança da consistência do solo e deslizamentos. Outros fatores naturais como vento e a mudança de temperatura também podem causar esse tipo de problema.

Por ações antrópicas, ocorre a retirada da vegetação responsável por proteger o solo, isso faz com que o solo fique vulnerável a enxurradas, tirando a sua consistência e, assim, a água infiltra ainda mais causando instabilidade no solo.

Foi feita uma pesquisa de campo, afim de coletar dados sobre o local, no qual foi identificado habitações em locais desapropriados e uma voçoroca, também conhecida como boçoroca. A ocorrência da mesma deixa o solo infértil, pobre e seco para o cultivo de vegetação.

Figura 11. Voçoroca existente em Paraíso do Tocantins



Fonte: Secretaria de infraestrutura de Paraíso do Tocantins.

A figura 12 mostra o local da voçoroca, 6 anos, antes do problema ocorrido. Através desta é possível identificar que havia uma vegetação rasteira, uma

construção, um entulho em lugar indevido, uma descida d'água sem dissipador, que foi obstruído com lixos e entulhos.

Figura 12. Local antes da voçoroca.



Fonte: Google Earth, imagem de 2012.

3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE

Foram selecionados métodos utilizados em soluções similares ao problema em Paraíso do Tocantins, para recuperação e prevenção de voçorocas. As mesmas podem ser classificadas por vários tipos, que se diferenciam pelo tipo de solo e pelos estágios de gravidade ao qual se encontram, dessa forma, são utilizados métodos distintos para cada aplicação.

A figura 13 apresenta a sequência de etapas adaptadas de Guerra et al. (2007) para abordar o objeto de estudo e atender os objetivos deste projeto.

Figura 13. Fluxograma da pesquisa



Fonte: Adaptado de Guerra et al (2007).

- 1) Na primeira etapa, foi identificada que a degradação da área foi dada pelo acúmulo de lixos no terreno, bem como na descida d'água, de forma que o escoamento superficial tomasse maiores proporções, por conseguinte, a água pluvial passou a ser escoada para locais indevidos.
- 2) A voçoroca em estudo localiza-se em uma área de depressão ocupada por uma mata fechada, em um bairro residencial em Paraíso do Tocantins ao lado encontra-se uma residência que foi atingida pela erosão.
- 3) Nessa etapa, serão apresentadas alternativas para a recuperação da voçoroca, as quais consistem no uso das técnicas de geotêxtil, gabião e paliçada. Serão estabelecidas notas a cada técnica, de acordo com os critérios adotados.
- 4) Na última etapa, será feita uma análise da solução adotada pela a prefeitura de Paraíso do Tocantins, comparando com a técnica de gabião proposta nesse trabalho.

4 ANÁLISE DA SOLUÇÃO

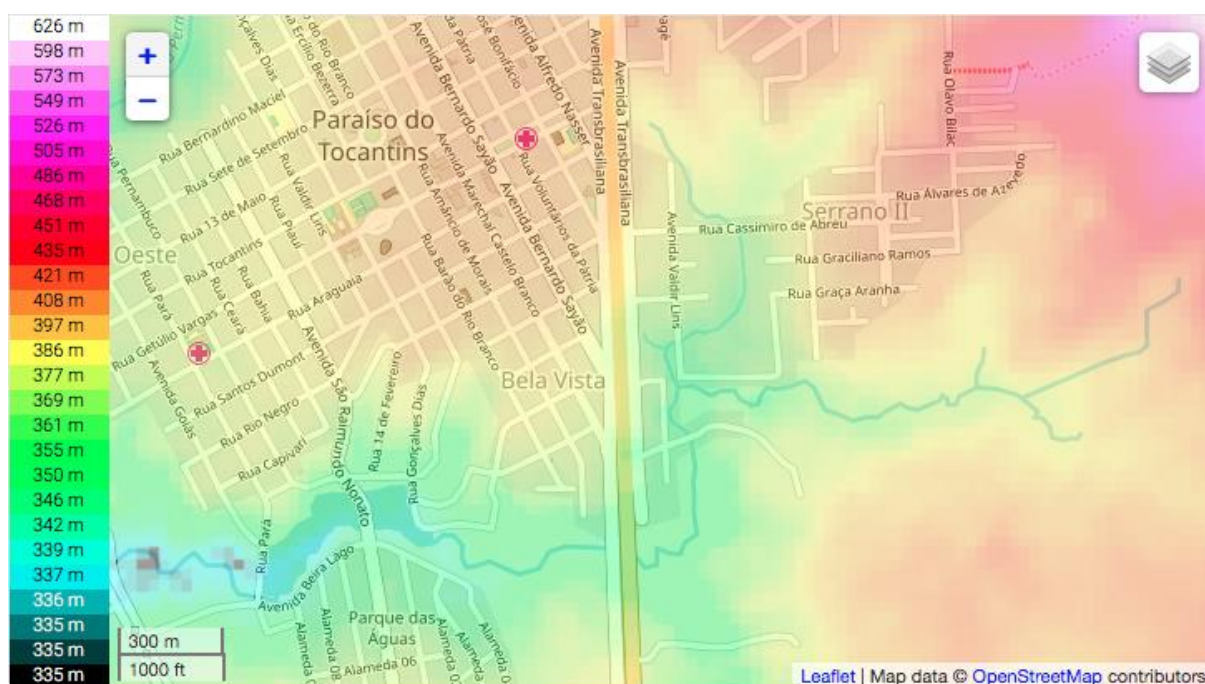
Este capítulo apresenta o histórico e evolução da erosão e os critérios usados para avaliar as soluções técnicas e ambientais propostas.

4.1 GEOGRAFIA E QUESTÕES URBANAS

A cidade de Paraiso não possuía um plano diretor, isso fez com que a cidade crescesse sem planejamento, esse crescimento desordenado resultou em formação de bairros sem infraestrutura. Entretanto, em 1988 foi instituída a lei, art. 182 da Constituição Federal, que obriga cidades com acima de 20 mil habitantes a ter um plano diretor, porém, o plano diretor só está sendo implantando na cidade no ano de 2018.

Paraiso do Tocantins tem uma topografia muito irregular, como mostra a figura 14.

Figura 14. Mapa topográfico de Paraiso do Tocantins.



Fonte: Topographic-map (2018).

4.2 ALTERNATIVAS TÉCNICAS

4.2.1 Geotêxteis

O método tecnológico utiliza técnicas inovadoras como os geotêxteis dentre eles sobressaem-se a tela e a manta. As telas são produtos entrelaçados por fibras

têxteis e que têm maior translucidez e grande permeabilidade. Essas telas podem ser feitas de materiais biodegradáveis como a fibra de bananeira ou de buriti.

Já as mantas são produtos entrelaçados por adesivos biológicos, ficando menos translúcidos e menos permeáveis. Além disso, a literatura mostra a utilização de diversos tipos de fibras naturais, de origem vegetal, animal e mineral, no controle de processo erosivos.

Os geotêxteis podem ser incorporados em várias camadas horizontais nos aterros para que se tenha uma massa de solo reforçado e se comporte como uma estrutura de gravidade e resistência as pressões do solo maciço não reforçado.

Os materiais de reforço que geralmente são utilizados nesse tipo de obras são as geogrelhas, as tiras de poliéster e os geotêxteis tecidos. Para ter a estabilidade no lugar do aterro, é fixado, na face frontal, o material de reforço, este pode ser construído com geogrelhas ou geocélulas, de várias formas.

Há várias formas para se criar o muro de contenção, como a face em painel único apoiado, face envelopada, muro modular e face em painel incremental. Os cálculos de análise e projeto de muros de solo reforçado estão relacionados com o diagnóstico do mecanismo de estabilidade internos, externos, globais e da face.

Figura 15. Uso de geotêxtil tecido e não-tecido na primeira obra de talude de solo reforçado no Brasil.



Fonte: Pedroni (2016)

O diagnóstico global está relacionado com o mecanismo de instabilidade que acontece além da massa do solo reforçado. Realiza-se métodos de análise de estabilidade do talude como tombamento, escorregamento da base, capacidade de carga, escorregamento interno, tombamento de unidade de face, ruptura ao cisalhamento, arrancamento, ruptura de conexão e carga de tração excessiva.

O uso de geotêxtil exhibe algumas desvantagens, que depende do tamanho da estrutura ou da sua aplicação. Pode inviabilizar a aplicação por exemplo, os deslocamentos que acontece durante a construção, pois podem comprometer o alinhamento da estrutura; degradação causada por raio ultravioleta e o tráfego de máquinas sobre o material.

O uso de geotêxtil apresenta como vantagem, em relação a outros métodos, o fato de que ele pode ser aplicado mesmo em épocas chuvosas fazendo com que a obra não pare. Contudo, é preciso tomar o cuidado para que a instalação seja bem feita, de forma que possa garantir a eficiência do produto ao longo prazo.

Por isso a sua aplicação necessita de um engenheiro geotécnico competente que conheça as características técnicas do material e os métodos de projeto de aplicação e as limitações do material.

4.2.2 Gabião

O uso de Gabiões é um outro meio para controle e prevenção de erosão. É a técnica mais viável e econômica existente, esta reúne uma série de características técnicas e funcionais, além disso, tem um lugar privilegiado em obras hidráulicas e geotécnicas tanto para zona urbana como rural. As características mais relevantes são: resistência a tração, permeabilidade, praticidade, durabilidade, flexibilidade, integração ambiental, versatilidade e aspectos sociais.

É uma técnica muito utilizada no Brasil, devido a facilidade de encontrar os materiais e mão de obra para executar o serviço. A sua execução pode ser feita de várias maneiras, tudo depende para o que será utilizado.

Para solucionar a problemática da voçoroca em Paraiso do Tocantins será usado o gabião do tipo caixa, que tem uma estrutura metálica com o formato de paralelepípedo, produzido através de uma malha de hexagonal de dupla torção, aplicada na base, parede frontal e lateral. É um material muito resistente a tração, as malhas possuem nível baixo para alongamento e, com o preenchimento, o gabião se torna uma estrutura flexível, drenante e armada.

O uso de gabião tem suas desvantagens e vantagens, sendo essas o baixo custo, a permeabilidade, flexibilidade, facilidade durante a execução do muro e baixo impacto ambiental. A desvantagem é a dimensão da largura da base, pois é esta que estabiliza o muro, por isso, apresenta uma grande dimensão comprometendo o espaço do terreno. Na figura 17 mostra-se como será feito o uso do gabião com vegetação rasteira.

Figura 16. Gabião feito em Paraíso do Tocantins.



Fonte: Próprio autor.

4.2.3 Paliçada

Outra alternativa para controle de voçorocas é a técnica de reforço do solo conhecida como paliçada, que oferece vantagens sobre outras técnicas por utilizar materiais de fácil acesso, pois a utilização desses materiais acessíveis facilita o processo. As desvantagens referem, se à menor durabilidade de alguns materiais utilizados no reforço e revestimento. Esse método consiste na utilização de estacas e de microestacas feitas de materiais como barras de ferro, esteiras de borracha, malhas de arame ou plásticos, mantas sintéticas e ferro galvanizado. Estas estacas

são colocadas em solo compactado, no qual funcionam como elementos tracionadores e, então, esta passa ser nomeados solo armado.

Esta é uma solução onde barreiras são construídas com o intuito de diminuir o impacto da água das chuvas no solo que está degradado, pois, as paliçadas seguram os sedimentos. Ou seja, consiste no controle da erosão na área afetada retendo os sedimentos com uma prática simples e de baixo custo.

Figura 17. Paliçadas de eucaliptos tratados.



Fonte: Costa (2018).

4.3 CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Os métodos propostos seguiram diretrizes distintas, são elas: tecnológicas, econômicas e ambiental. Serão apresentadas as melhores soluções para cada uma delas de acordo com a problemática em estudo e para estabelecer uma base de comparação entre as mesmas, de acordo com alguns critérios, são eles: custo, sustentável, aplicabilidade, funcionalidade, mão de obra simplificada, logística de fornecimento do material e tecnologia. Para isso, será estabelecida uma pontuação que varia de 1 a 5, no qual essas notas representam:

- 5- excelente
- 4- muito boa
- 3- boa
- 2- regular
- 1- ruim

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da coleta de dados, foi possível estabelecer uma pontuação das técnicas utilizadas na recuperação de voçoroca, para servir de base de comparação entre as mesmas, no qual os critérios de avaliação são: tecnologia; aplicabilidade; sustentabilidade; funcionalidade; mão de obra simplificada; custo e logística de fornecimento do material.

A técnica que obteve maior somatória dos pontos foi o gabião com 29 pontos, em seguida a paliçada com 28 pontos e, por último, geotêxtil com 20 pontos, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 1. Tabela de pontuação das técnicas.

	Tecnologia	Aplicabilidade	Sustentabilidade	Funcionalidade	Mão de obra Simplificada	Custo	Logística de fornecimento do material	Total
Geotêxteis	5	1	5	5	1	2	1	20
Gabião	3	5	3	5	5	4	4	29
Paliçada	1	4	4	4	5	5	5	28

Fonte: Próprio autor.

O geotêxtil teve a nota de 5 no quesito tecnologia, por ser um material mais avançado e sofisticado precisando de projeto e são feitos testes para saber qual a resistência máxima que o material suporta. A aplicabilidade teve a nota 1, pois trata-se de um material delicado e não foi encontrado nas pesquisas uma forma de aplicação coerente ou de grande proporção em área urbana. A sustentabilidade atingiu nota 5, pois pode se utilizar um material biodegradável e revitalizar o local sem nenhum problema na estrutura feita com os geotêxteis. A funcionalidade também obteve nota 5, devido ao material utilizado, mesmo sendo biodegradável consegue atingir a função dada sem nenhum problema futuro. Já a mão de obra simplificada atingiu a nota 1, pois é necessária uma mão de obra qualificada que já possua conhecimento do material que irá utilizar para evitar problemas na hora da aplicação do produto. O custo atingiu nota 2, pois não é um material barato, necessita de mão de obra qualificada e de um local ideal para o armazenamento do material. A logística do fornecimento do material obteve a nota 1, pois não é um material de fácil acesso, portanto, o material adequado tem que ser encomendado e não tem fornecimento em qualquer região do Brasil.

O Gabião atingiu a nota de 3 no quesito tecnologia, pois é uma técnica sofisticada que necessita mais de projeto e estudo do local para a sua aplicação. Na

aplicabilidade teve a nota máxima, por ser um método simples de executar na obra. Na sustentabilidade obteve a nota 3, pois ira se utilizar a técnica de jogar uma camada de solo fértil com sementes de vegetação rasteira para que a raiz da vegetação não deteriore o gabião. Já a funcionalidade e a mão de obra simplificada obtiveram nota máxima, pois a parte de funcional na contenção e a diminuição do escoamento é muito boa, resistente e dura anos, e a mão de obra é de fácil acesso, pois na cidade já houve construções com o material e não necessitando da mão de obra qualificada. No quesito custo e a logística de fornecimento de material atingiu nota 4, pois o custo do material não é elevado, como não precisa de mão de obra qualificada o valor fica mais em conta e é fácil de encontrar o material solicitado.

A paliçada obteve apenas 1 ponto em tecnologia, pois essa técnica não utiliza recursos tecnológicos avançados. Na aplicabilidade alcançou 4 pontos, devido a facilidade na execução da obra. Na sustentabilidade também atingiu a nota 4, pois se utiliza muito material reutilizado e alguns materiais biodegradáveis como pneu, bambu, madeira, etc. A funcionalidade teve a pontuação 4, pois é ótima para dissipação da água, mas para muro de contenção em grande escala já não e um dos mais recomendado. A mão de obra simplificada obteve a maior nota, por ser fácil encontrar os funcionários certos para execução da paliçada e não necessita de mão de obra qualificada. O custo e a logística de fornecimento do material também tiveram nota máxima, pois os materiais utilizados são fáceis de serem encontrados em qualquer lugar e a mão de obra é mais em conta do que uma mão de obra qualificada, a imagem abaixo mostra o resultado da aplicação da paliçada em uma voçoroca.

5.1 SOLUÇÃO PROPOSTA

O presente trabalho propõe a aplicação de uma estrutura de contenção com a utilização de muro de arrimo em caixas de gabião para a recuperação da área degradada por voçoramento em uma região residencial de Paraíso do Tocantins, visando dar estabilidade aos terrenos das habitações que se encontram na região da erosão.

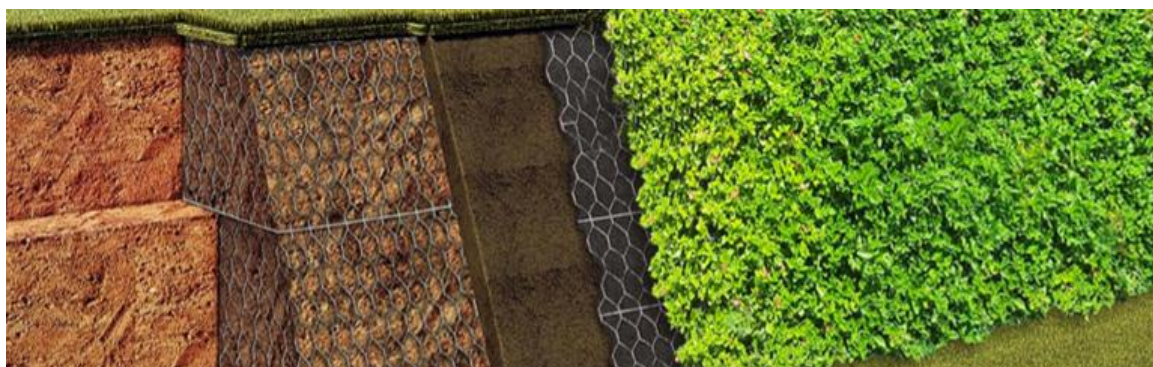
A utilização de gabiões é recomendada para situações onde, de acordo com os estudos geotécnicos e hidrológicos, seja indicado o uso de estruturas monolíticas, flexíveis permeáveis e com a possibilidade de integração com vegetação circundante, conforme a DNIT 103/2009.

De acordo com a norma NBR 10514 (ABNT, 1998) os gabiões tipo caixa confeccionados em malha hexagonal de dupla torção, tipo 8 x 10, a partir de arames de aço com baixo teor de carbono, revestido com liga Zn/5% alumínio – MM, no diâmetro de 2,70 mm. Os gabiões tipo caixa apresentam diafragmas inseridos de metro a metro durante o processo de fabricação e são acompanhados de arames do mesmo tipo, para as operações de amarração, no diâmetro 2,20 mm e nas proporções de 8% sobre o peso dos gabiões com 1,0 mm de altura e de 6% para os de 0,50 m de altura.

A aplicação do muro de arrimo em caixas de gabião deve seguir os seguintes procedimentos:

- 1) Primeiramente devem ser feitos levantamentos topográficos e sondagens no local da área de recuperação;
- 2) A execução da face, colocação dos gabiões e a execução do aterro devem ser simultâneas, ou seja, o levantamento do muro deve ser efetuado concomitantemente com a execução do aterro;
- 3) Deverá ser previsto o alinhamento das caixas dos contrafortes de forma a obter uma seção totalmente retangular, proporcionando uma melhor distribuição das tensões na base do muro;
- 4) Deverá ser coberto com um solo fértil para que possa plantar vegetação rasteira.

Figura 18. Técnica de aplicação gabião com vegetação rasteira.



Fonte: Maccaferri (2018).

5.2 ANÁLISE DA SOLUÇÃO ADOTADA PELA PMPT

O período em que ocorreu a erosão, sucedia-se pela época de chuva, além disso, havia uma cobrança dos moradores pela recuperação do local, pois o

deslizamento de terra depredou metade da rua e o muro de uma residência. Diante disso, a prefeitura de Paraíso utilizou uma solução paliativa, obstruiu o buraco com pedras, cangas e entulho como mostra a figura 19, no período de abril de 2018, mas esse tipo de preenchimento pode causar danos futuros, pois fica muitos espaços vazios no aterro, podendo causar outro deslizamento.

Passado o período chuvoso, as obras foram retomadas e, então, foi feita uma descida d'água em grande escala com poucos dissipadores, o aterro foi finalizado e refeito o asfalto que havia sido depredado, como mostra a figura 20. Porém, 4 meses depois de finalizada as obras, foi feita umas visita no local da voçoroca foi possível notar que não foi utilizada nenhuma técnica para reforço do solo ou contenção de erosões, o asfalto que foi reparado já havia problemas, pois estava mole, fazendo que o escoamento superficial pudesse infiltrar e isso pode causar erosões futuras até mesmo outra voçoroca no local.

Figura 19. Preenchimento do local com entulho.



Fonte: Próprio autor.

Figura 20. Local recuperado pela Prefeitura Municipal de Paraíso do Tocantins.



Fonte: Próprio autor.

6 CONCLUSÃO

Na presente pesquisa, foi possível identificar os principais fatores causadores de erosão, que são o aumento do escoamento superficial, lixos e entulhos em lugares inapropriados, residências em local indevido e a falta de drenagem. Desse modo, foram propostas algumas técnicas de solução para mitigar o problema de voçoramento encontrado na cidade, são elas, geotêxtil, gabião e paliçada.

A melhor solução encontrada foi a aplicação da técnica de gabião, pois esta possui a melhor funcionalidade, pois diminui a velocidade de escoamento, e uma fácil aplicação, fornecimento de material e de mão de obra acessíveis, custo baixo, é sustentável pelo fato de poder se plantar uma vegetação rasteira, além de dispor de recursos tecnológicos.

A prefeitura de Paraíso do Tocantins fez uma solução paliativa que não é muito recomendada, pois não foi utilizada nenhuma técnica de reforço do solo ou controle de erosão. A solução adotada utiliza somente aterro com entulho e uma descida d'água maior, portanto, com passar do tempo poderá acontecer o mesmo problema com uma proporção ainda maior.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10514**: informação e documentação: redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões. Rio de Janeiro, 1988.

BENJAMIM, Carlos Vinicius dos Santos; GUIMARÃES, Demetrius. **Geotêxteis podem ser usados para drenagem, reforço e separação de camadas**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/geotexteis-podem-ser-usados-para-drenagem-reforco-e-separacao-de-camadas_11191_0_0>. Acesso em: 08 set. 2018.

BENTI, Guilherme. **Como recuperar uma voçoroca a baixo custo**. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAEz_wAA/como-recuperar-vocoroca-a-baixo-custo>. Acesso em: 07 set. 2018.

BRASIL, Joildes; MEIRA, Suedio Alves; PAIXÃO, Gilmar Nascimento da; FEITOSA, Georghinton Diego dos Santos; ALVES, Ricardo Reis **“Voçoroca”: Estudo de Caso de Monitoramento e Análise de Solo em São Desidério-BA**. 2010. 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia e Geociências, Universidade Federal da Bahia, São Desidério, 2010.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA. (Comp.). **Ordem Econômica e Financeira**: Da Política Urbana. Disponível em: <http://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_atual/art_182_.asp>. Acesso em: 02 mar. 2018.

BRASIL. (Org.). **Serviço Geológico do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM-49>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

BRITO, Annanery de Oliveira. **ESTUDOS DA EROSÃO NO AMBIENTE URBANO, VISANDO PLANEJAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL NO DISTRITO FEDERAL**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

COELHO, Laurimar. **Projetos**: Nas contenções, drenagem e reforço de solos, mantas garantem a viabilidade e segurança das obras. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/163/engenharia-flexivel-nas-contencoes-drenagem-e-reforco-de-solos-285825-1.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

COSTA, Luiz Fernando Dias. **Paliçadas de Eucaliptos Tratados**. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/enibra9/DICASCON/TratamentosErosoes.htm>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

COAN, Luiz Fernando Burigo; SENA, Caroline; BIANCO, Débora. **RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR CONSTRUÇÃO DE RODOVIA NA PRAIA MOLE, FLORIANÓPOLIS, SC**. 2002. 58 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 103**: informação e documentação: proteção do corpo estradal: estruturas de arrimo com gabião: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2009.

ESPÍRITO SANTO. GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. (Org.). **Plano estadual de recursos hídricos espírito santo**: Diagnóstico dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo - Relatório sobre Eventos Críticos. Disponível em: <https://perh.es.gov.br/Media/perh/Arquivos%20Biblioteca/Relatorio_Tecnico_Eventos_Criticos.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2018.

ENGENHEIRO, Borges. **Aula de hoje**: Plano de recuperação de voçoroca. Disponível em: <<http://borgesengenheiro.blogspot.com/2011/12/aula-de-hoje-plano-de-recuperacao-de.html>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. "Erosão "; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/erosao.htm>>. Acesso em 22 de abril de 2018.

FERNANDA YONEYA. **Técnica recupera voçoroca**. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/noticias/geral,tecnica-recupera-vocoroca,157441>>. Acesso em: 07 set. 2018.

FERREIRA, Wladimir Jansen. **Fotos e Texto sobre Erosão e Intemperismo**. 2012. Disponível em: <<http://profwladimir.blogspot.com/2012/02/texto-sobre-erosao.html>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

GABIÃO: Verde. Verde. Disponível em: <<https://www.maccaferri.com/es/pt-pt/produtos/gabiao-verde-macsoil/>>. Acesso em: 23 out. 2018.

GUSTAVO COLTRI. **Saiba mais sobre o uso de geogrelha e geotêxteis no reforço de solos de maciços**. Disponível em: <<https://infraestruturaurbana.pini.com.br/2016/05/saiba-mais-sobre-o-uso-de-geogrelha-e-geotexteis-no-reforco-de-solos-de-macicos/>>. Acesso em: 08 set. 2018.

LOTURCO, Bruno. **Gabiões**. 2006. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/108/artigo287069-1.aspx>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

MACCAFERRI. **Gabião**: Verde / MacSoil. Disponível em: <<https://www.maccaferri.com/es/pt-pt/produtos/gabiao-verde-macsoil/>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

NAKAJIMA, Karem Kiyomi. **PROPOSTA DE TÉCNICAS DE CONTROLE DA EROSÃO ÀS MARGENS DA PR-317 ENTRE FLORESTA E PEABIRÚ**. 2015. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

OLIVEIRA, Fernando Valentino de; CÁPPIO, Leandro Escobar; SOARES, Paulo Sérgio. **Ambientes Lacustres e sua Sedimentação**. 2009. 3 v. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Petróleo e Gás, Centro Universitário Monte Serrat, Santos, 2009.

PAULO ROBERTO FERST - EPP (Comp.). **UTILIZAÇÃO DE GEOTÊXTIL BIDIM E GEOWEB COMO ELEMENTO REFORÇO EM RECUPERAÇÃO E PROTEÇÃO DE MARGEM PORTO VELHO – RO**. Disponível em: <<http://www.bidim.com.br/casosdeobra/utilizacao-de-geotextil-bidim-e-geoweb-como-elemento-de-reforco-em-recuperacao-e-protecao-de-margem-porto-velho-ro/>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

PEDRONI, Bruno. **Primeiro talude de solo reforçado com geossintéticos brasileiro completa 30 anos**. Disponível em: <<https://www.geosynthetica.net.br/primeiro-talude-de-solo-reforcado-com-geossinteticos-brasileiro-completa-30-anos/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Tipos de erosão"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/tipos-erosao.htm>>. Acesso em 28 de abril de 2018.

PEREIRA, Caio. **O que é Gabião, principais tipos, vantagens e desvantagens**. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/gabiao/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

PITTELKOW, Graciele Carls. **Erosão em estrada de terra no Campo de Instrução de Santa Maria (CISM)**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia e Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

PORTO ALEGRE. ENCOP ENGENHARIA LTDA. **Projeto Executivo de Muro de Arrimo em Caixas de Gabião**. 2015. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/demhab/usu_doc/campos.do.cristal.projeto.muro.de.arrimo.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

REFERENCIAL TEÓRICO: EROSÃO. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-6ZQH4B/referencial_teorico_versao_final.pdf?sequence=11>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SANT'ANA, Kariza Dias Andrade; NUMMER, Andrea Valli. **ESTUDOS SOBRE PROCESSOS EROSIVOS NA GEOGRAFIA BRASILEIRA: PERÍODO: 2004 2010**. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/ebook01/Art.11.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

SANTOS, Érika Wirginia Queiroz. **Dados geográficos de Paraíso do Tocantins**. 2015. Disponível em: <<http://www.paraíso.to.gov.br>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

TOPOGRAPHIC-MAP. **Mapa topográfico:** Paraíso do Tocantins. Disponível em: <<http://pt-br.topographic-map.com/places/Para%C3%ADso-do-Tocantins-2775320/>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

UFG, Departamento de Geografia. **VOÇOROCAS: ORIGEM E MÉTODOS DE CONTENÇÃO.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272856574_VOCOROCAS_ORIGEM_E_METODOS_DE_CONTENCAO>. Acesso em: 23 abr. 2018.

VOÇOROCA ativa: Buriticupu. Buriticupu. 2011. Disponível em: <<http://wikimapia.org/21422132/pt/Voçoroca-ativa>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

Voçoroca e Ravinas: Características Gerais. 2012. Disponível em: <<http://meioambiente.culturamix.com/natureza/vocoroca-e-ravinas-caracteristicas-gerais>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

5 FUNÇÕES DOS GEOTÊXTEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Disponível em: <<http://geofoco.com.br/5-funcoes-dos-geotexteis-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 08 set. 2018.

CopySpider

Ferramentas Ajudar

Arquivo URL Iniciar Parar Limpar Opções Scholar

Modo de pesquisa: vitorhugoo@hotmail.com

Buscar em arquivos da internet

Nome do arquivo de entrada	Relatório	Tempo	Progresso	Chance	Status	Principal	Remove
C:\Users\Ciente\Desktop\LAIC-Estrutura-basica-de-um-TCC-II-2017 Vitor Hugo Final.docx	Analisar	00:04:16	100%	0,76%	Ok		

PT 17:14 03/12/2018