



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

Francisco Augusto Da Silva Valentin

ANÁLISE DO CONTROLE, RECUPERAÇÃO E PREVENÇÃO DA EROSIÃO HÍDRICA NO PARQUE CESAMAR EM PALMAS-TO

Palmas - TO

2018

Francisco Augusto da Silva Valentin

ANÁLISE DO CONTROLE, RECUPERAÇÃO E PREVENÇÃO DA EROSÃO
HÍDRICA NO PARQUE CESAMAR EM 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. Doutora Michele Ribeiro Ramos.

Palmas – TO

2018

Francisco Augusto da Silva Valentin

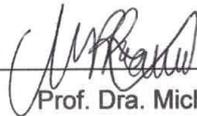
ANÁLISE DO CONTROLE, RECUPERAÇÃO E PREVENÇÃO DA EROÇÃO
HÍDRICA NO PARQUE CESAMAR EM PALMAS-TO

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. Doutora Michele Ribeiro Ramos.

Aprovada em 09 / 11 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Michele Ribeiro Ramos
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas -TO

2018

Dedico aos meus pais (Arcileu Valentin Freire e Raimunda Pereira da Silva), que foram e sempre serão os meus melhores professores e exemplos de caráter, dignidade e dedicação. A eles dedico todo o meu esforço como tentativa de retribuir em forma de orgulho todo o sacrifício de uma vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço,

A DEUS, pela luz dada nos momentos mais difíceis, que mesmo eu não merecendo, sempre me envolve com todo seu amor.

Agradeço aos meus pais Arcileu Valentin Freire e Raimunda Pereira da Silva que apesar de todas as dificuldades, me apoiaram incondicionalmente, dando todo o suporte necessário para que o sonho de se tornar Engenheiro Civil pudesse se tornar realidade.

Ao meu tio Gercilon, Minha Avó Terezinha e a minha tia Silvinha na qual considero como segunda mãe, pelo incentivo e apoio incondicional durante toda minha vida;

Aos meus irmãos (Arcilene, Luana e Thamara), e meu cunhado Tiago que sempre torceram e acreditaram nesta conquista.

Aos meus grandes amigos Cicero, Paulo e toda sua família que me ajudaram no princípio dessa minha conquista.

A minha orientadora, Dra. Michele Ribeiro Ramos, pela disponibilidade, paciência e dedicação no auxílio deste trabalho de conclusão de curso.

A todos os professores com quem tive o privilégio de ter tido aula; Enfim, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

A minha gratidão a todos aqueles que tornaram possível este trabalho.

RESUMO

A erosão é o processo natural de desprendimento, transporte e deposição de partículas de solo e rocha de um local para outro. A atividade antrópica sem planejamento, por vezes, acelera esse processo, causando diversos prejuízos para o meio ambiente e para a sociedade. A fim de controlar a aceleração dos processos erosivos provocada pelo homem, surgiu-se a necessidade da elaboração desse estudo. Com base nesse cenário, propõe-se alguns métodos de controle, prevenção e recuperação de erosão laminar acelerada, em uma área específica dentro do Parque Cesamar localizada na cidade Palmas-TO. O presente trabalho consiste em fazer uma análise do solo para se ter conhecimento da fertilidade, visitas no local do voçorocamento e uma entrevista semiestruturada com o responsável pela área degradada para se obter um levantamento dos métodos que já foram empregados no local. A análise da pesquisa obteve um resultado positivo onde, mostrou que não basta a utilização insolada de métodos mecânicos para contenção da voçoroca, é necessário também que se faça associação edáficas, vegetativa e mecânica. Tal resultado mostrou que o solo juntamente com o ecossistema tem capacidade de realizar reflorestamento.

Palavras-chave: Voçoroca, vegetação nativa, erosão laminar, fertilidade

ABSTRACT

Erosion is the natural process of detachment, transport and deposition of soil and rock particles from one place to another. The non-profit human activity, sometimes the acceleration process, the damage to the environment and to society. In order to control the acceleration of man-made erosion processes, the need arose to carry out this study. Based on this scenario, some methods of control, prevention and recovery of accelerated laminar erosion are proposed in a specific area within the Park. Courses located in the city of Palmas-TO. The present work consists of making a soil analysis to become a fertility professional, visits to the work place and a semi-structured interview with the person in charge of the deposition area to obtain a survey of the methods that have already been used in the place. An analysis of the research was done in a positive way, with a simple application of methods to contain the expression, being also important for the union association, vegetative and mechanical. This result was achieved with the only foundation for reforestation capacity.

Keywords: Voçoroca, native vegetation, laminar erosion, fertility

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 HIPÓTESE	11
1.2 PROBLEMA.....	11
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 Objetivo geral	11
1.3.2 Objetivo Específico	11
1.4 JUSTIFICATIVA.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. Conceitos Fundamentais	13
2.1.1 Voçorocas	13
2.1.2 Erosão fluvial	14
2.1.3 Erosão em Sulcos.....	14
2.2. Fatores condicionantes da erosão.....	14
2.2.1. Topografia do Terreno	15
2.2.2. Precipitação.....	15
2.2.3. Cobertura Vegetal	16
2.2.4. Solo	16
2.2.5. Ação Antrópica	16
2.3. Métodos de Prevenção, Controle e Recuperação de Erosão.....	17
2.3.1. Práticas de prevenção de erosão.....	18
2.3.2. Práticas conservacionistas.....	18
2.3.2.1. <i>Práticas vegetativas</i>	19
2.3.2.2. <i>Práticas edáficas</i>	20
2.3.2.3. <i>Práticas mecânicas</i>	22
3. METODOLOGIA	23
3.1 Área de estudo.....	23
3.2 Levantamento dos dados.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
4.1 Visita <i>In loco</i>	26
4.2 Entrevista semiestruturada	30
4.3 Análise dos elementos mecânicos já empregados no local de voçoramento.....	31
4.4 Análise da fertilidade dos Solos.....	32
4.5 Medidas de recuperação	35

5. CONCLUSÃO.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Pratica mecânica terraceamento	22
Figura 2 – Localização do Parque Cesamar na cidade de Palmas -TO.	23
Figura 3 – Localização da voçoroca dentro do parque Cesamar.	24
Figura 4 – Diferença dos horizontes no talude	26
Figura 5 – Vegetação nativa ao redor da voçoroca.	27
Figura 6 – Formação de uma Ravina dentro da voçoroca.	28
Figura 7 – Descobrimto do lençol freático	29
Figura 8 – Delimitação da área de erosão no ano de 2016	29
Figura 9 – Delimitação da área de erosão no ano de 2018	30
Figura 10 – Bacia de retenção localizada no parque Cesamar.	31
Figura 11 – Localização da escada hidráulica no parque Cesamar.	32
Figura 12 – Teor de fertilidade do horizonte A	33
Figura 13 - Teor de fertilidade do horizonte B	34
Figura 14 - Teor de fertilidade do horizonte C	34
Figura 15 –Sementes de Leucena espalhadas em algumas partes da erosão	35
Figura 16 – Galeria pluvial	38

Lista de Tabela

Tabela 1 – Resultados das Análises dos horizontes.	33
Tabela 2 - Levantamento florístico das espécies do Parque CESAMAR, Palmas – Tocantins. ...	36
Tabela 3 - Indicação de espécies de plantas para Adubo verde.....	37

1. INTRODUÇÃO

Erosões são manifestações patológicas encontradas na natureza de diversas formas e intensidades. São resultantes de diversas combinações encontradas no meio, como o desmatamento, intensas chuvas em um curto período de tempo associadas às ações humanas.

Segundo Dyonisio (2010), erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pela água e pelo vento; entre os fatores que influenciam a magnitude do processo erosivo estão as chuvas, a infiltração, a topografia do terreno, a cobertura vegetal e a natureza do solo.

De acordo com Magalhães (2001), se desenvolve em formação de canal onde há concentração de escoamento, incremento rápido em profundidade e largura, declínio do aumento com início de crescimento da vegetação natural, e eventual estabilização com o canal locado num perfil de equilíbrio.

Estes problemas, citados acima, são comumente encontrados em uma das principais áreas verdes da capital do estado do Tocantins, que está localizada na região norte do Brasil, a margem direita do rio Tocantins, com uma altitude de 230 metros em relação ao nível do mar. Está situado na 506 sul, AV. NS-04 LO 11, área verde (ABREU et al., 2010).

A Microbacia Hidrográfica do brejo comprido encontra-se situada na área do parque Cesamar no município de Palmas-TO, onde o córrego tem suas nascentes, localizadas na Serra do Lajeado, e flui pela cidade de Palmas até a sua foz no lago da UHE Lajeado. Em seus cursos d'águas, há com grande frequência manifestações naturais em estado avançado de degradação ambiental.'

As intervenções antrópicas no combate à erosão podem ocorrer na forma de prevenção, controle ao avanço e recuperação da área. Dentre elas, a prevenção é a forma que requer menos gastos, além de preservar o meio ambiente e evitar riscos e transtornos à população.

Deste modo, objetivou-se realizar um estudo envolvendo as principais práticas de prevenção, contenção e recuperação dos processos de erosão hídrica.

1.1 HIPÓTESE

A combinação de práticas edáficas, vegetativas e mecânicas poderá promover a recuperação da voçoroca do parque Cesamar.

1.2 PROBLEMA

Tendo em vista que todos os anos são executados métodos dinâmicos e diferentes no controle da erosão, o problema ainda persiste com grande intensidade. É possível que a associação de métodos seja eficiente para conter a expansão da voçoroca na área do parque?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Propor, por meio de estudos, um projeto que visa recuperar a área degradada do parque, utilizando práticas vegetativas, mecânicas e edáficas.

1.3.2 Objetivo Específico

- Analisar a ineficiência dos métodos dinâmicos já empregados.
- Propor a utilização de métodos naturais: edáficos e vegetativos na recuperação da área degradada.
- Propor a utilização de métodos mecânicos a fim de conter/dissipar energias provenientes da água da chuva.

1.4 JUSTIFICATIVA

O estudo de viabilidade social, econômica e ambiental para a aferição de dados deste trabalho é de suma importância para a implantação de possíveis medidas preventivas e corretivas a serem adotadas no parque. Tendo em vista que ações mecânicas provenientes de diversas análises geológicas e geotécnicas já foram executadas e foram ineficientes para conter os problemas.

Com os problemas no parque, houve a inclusão de vários métodos mecânicos, que não associados com outras práticas, agravaram ainda mais e geraram prejuízos significativos. Métodos anteriormente utilizados tiveram

ineficiência considerável, que ocasionou a necessidade de um novo estudo e, possivelmente, nova proposta de controle e recuperação da área estudada.

Uma forma de manifestação desta degradação estética do ambiente são os processos erosivos. Que se manifestam principalmente na forma de ravinas e voçorocas, que além de contribuir prejudicialmente para a estética do meio ambiente afetam o recurso natural solo, desagregando-o e tornando-o menos fértil. Em áreas urbanas o principal agravante é o planejamento inadequado na execução de obras, principalmente de drenagem.

A impermeabilização tão comum em ambientes urbanos causa a diminuição da infiltração, o aumento do escoamento superficial e mudança de regime de escoamento. O que agrava o processo Erosivo.

Não basta apenas a utilização de contenções mecânicas a fim de solucionar os problemas das voçorocas, é preciso um estudo muito mais amplo, onde primeiro é necessário se ter um entendimento: objetivo são diagnosticar a natureza dos fenômenos. Apontar uma solução: visa apoiar a engenharia na formulação das soluções adequadas, um acompanhamento da implantação da solução escolhida sugerindo ajustamentos técnicos eventualmente necessários e um monitoramento que irá mostrar o desempenho das soluções implantadas, propondo eventuais medidas complementares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Conceitos Fundamentais

De acordo com Giangiulio (2009) pode se entender que toda remoção de solo exige a presença de água sobre o terreno, cuja única fonte é a chuva. As gotas da chuva que açoitam o solo contribuem para a erosão da seguinte maneira:

- a) no local onde sofre o impacto acabam ocasionando o deslocamento das partículas de solo
- b) transporte por salpicamento das partículas;
- c) imprimem energia, em forma de turbulência, à água de superfície.

A remoção da cobertura vegetal ocasiona a erosão e esta questão tornou-se objeto de estudo. Somente há cerca de 40 anos descobriu-se que o impacto da gota da chuva em um terreno descoberto, e o resultante desprendimento das partículas de solo é a principal causa da erosão do solo pela água. O escoamento da enxurrada constitui-se apenas em um fator atuante no problema. (BUZIN, 2017).

2.1.1 Voçorocas

De acordo com Almeida Filho (2014), entende-se que uma voçoroca (ou boçoroca) é conhecida como ravinas que evoluíram a ponto de atingirem o lençol freático, onde a mesma precisa de medidas de maior amplitude para a sua contenção.

São reconhecidas como feições de maior extensão e impacto ambiental. Podem, portanto, ser classificadas como o estágio mais avançado e complexo do processo erosivo, cujo poder destrutivo é notavelmente superior ao das outras formas erosivas (BUZIN, 2017).

As voçorocas têm grandezas superiores às ravinas e são comumente ramificadas. No cenário de desenvolvimento dessa feição atuam tanto a ação da água de escoamento superficial quanto os fluxos d'água sub-superficiais, através do fenômeno de *piping* (conhecida como erosão interna que ocasiona o carreamento de partículas do interior do solo, formando vazios colapsos e escorregamentos laterais, alargando a voçoroca).

2.1.2 Erosão fluvial

A erosão fluvial é provocada pelas águas dos rios, principalmente na época das grandes cheias, sendo muitas vezes responsável pelo desmoronamento ou escorregamento das margens, que arrastam uma grande quantidade de solo, contribuindo, assim, para a diminuição da fertilidade agrícola, poluição e assoreamento dos cursos d'água, canais, lagos e represas. A erosão marginal, como componente da erosão fluvial, é uma variável da dinâmica dos cursos d'água, definida como o "reco linear das margens", devido à remoção dos materiais do barranco (talude) pela ação fluvial (correntes, ondas) ou por forças de origem externa (precipitação) (BANDEIRA, 2005).

A altura, a geometria e a estrutura do barranco, as propriedades mecânicas do material que compõe a margem, as características hidrológicas do fluxo nas proximidades das margens e as condições climáticas são alguns dentre os numerosos fatores que condicionam a erosão das margens fluviais (BANDEIRA, 2005).

2.1.3 Erosão em Sulcos

Com uma grande quantidade de água correndo no terreno, as vezes se formam depressões, e, pouco a pouco, vão aumentando estas aberturas que, após alguns anos, formam verdadeiros sulcos, que se dirigem para outros de maiores profundidades. Ao se notar a presença deste tipo de erosão, deve-se combatê-la energicamente, pois se evoluir muito, será bem mais difícil e muito mais dispendioso o seu controle (AMARAL, 1994).

Almeida Filho (2014) ainda afirmam que em processos erosivos denominados de ravinas, devem ser considerados mecanismos de erosão que envolvem movimentos de massa, representados pelos pequenos deslizamentos que provocam o alargamento da feição erosiva e também seu avanço remontante.

2.2. Fatores condicionantes da erosão

A erosão é causada por forças ativas, como as características da chuva, a declividade e o comprimento do declive do terreno e a capacidade que o solo tem de absorver água; e, por forças passivas, como a resistência que o solo exerce à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

A susceptibilidade do solo à erosão hídrica torna-se mais expressiva à medida em que a densidade superficial do solo é aumentada, pois com isso ocorre um correspondente decréscimo da taxa de infiltração e um resultante favorecimento da taxa de escoamento superficial (PANACHUKI, 2003).

Diferentes tipos de solos podem apresentar susceptibilidade diferenciada à erosão, mesmo para condições semelhantes de declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo. Essas diferenças são devidas às suas propriedades e são denominadas erodibilidade do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

2.2.1. Topografia do Terreno

O grau de inclinação do terreno (declividade), influência diretamente na concentração, dispersão e velocidade da enxurrada, resultando na maior ou menor arrastamento superficial das matérias de solo. Nos terrenos planos, ou apenas levemente inclinados, a água escoar com pequena velocidade e, além de possuir menos energia, tem mais tempo para infiltrar-se, ao passo que, nos terrenos muito inclinados, a resistência ao escoamento das águas é menor e, por isso, elas atingem maiores velocidades. As regiões montanhosas são, portanto, as mais suscetíveis à erosão hídrica (LEPSCH, 2002).

2.2.2. Precipitação

Segundo PRUSKI (2006), a chuva constitui o agente responsável pela energia necessária para a ocorrência da erosão hídrica, tanto pelo impacto direto das gotas sobre a superfície do solo quanto pela sua capacidade de produzir o escoamento superficial.

A capacidade da água da chuva em provocar erosão de solos é denominada de erosividade. A erosividade associada a outros fatores como erodibilidade, declividade do terreno, manejo e ocupação do solo, pode constituir-se em um dos fatores mais influentes no processo erosivo.

A frequência das chuvas é um fator que também influi nas perdas. Se os intervalos entre as chuvas são curtos, o teor de umidade de solo é alto, e assim as enxurradas são mais volumosas mesmo com chuvas de menor intensidade. Quando os intervalos são maiores o solo estará seco e não deverá haver enxurrada em

chuvas de baixa intensidade; porém, em alguns casos de longa estiagem a vegetação pode sofrer por falta de umidade e reduzir, assim, a proteção natural do terreno (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

2.2.3. Cobertura Vegetal

Funciona como uma manta protetora, evitando a desagregação das partículas de solo que é a primeira fase da erosão. (ALMEIDA FILHO, 2014).

A cobertura vegetal funciona como uma defesa natural para os vários tipos de solos existentes. Sua existência normalmente determina condições que favorecem a infiltração e a evapotranspiração, reduzindo assim o volume de água escoada superficialmente e, conseqüentemente, a ação erosiva da água. com a remoção da vegetação nativa, a substituição por outro tipo de cobertura não apresentará a mesma eficiência na prevenção dos processos erosivos, podendo ainda, favorecer o desenvolvimento do mesmo (BRITO, 2012).

2.2.4. Solo

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 e das forças de resistência do solo à ação da chuva e do escoamento superficial (PRUSKI, 2006).

Os solos mais propícios à erosão são os arenosos, sobretudo os finos, secos, ácidos, pouco coesivos, coluviais e porosos. (MAGALHÃES, 2001).

2.2.5. Ação Antrópica

Segundo Ferreira (2004), caracteriza os fatores condicionantes da Ação antrópica da seguinte forma:

- É o principal fator na deflação dos processos erosivos.
- A intervenção humana no meio, com o desmatamento, seguindo ou não de exploração econômica, implantação de obras civis e/ ou núcleos urbanos altera sua estabilidade

- A readaptação a nova condição se manifesta na força de intensificação dos processos erosivos.
- A modificação das encostas provoca alterações significativas na relação escoamento superficial/ armazenamento hídrico do solo, provocando alterações na bacia.
- As seguintes atividades influenciam no desencadeamento dos processos erosivos: ocupação desordenada das encostas e fundo de vales, construção de barragens e desmatamentos.

2.3. Métodos de Prevenção, Controle e Recuperação de Erosão

Depois de conhecidas as especificidades do meio físico em que se instalou o processo erosivo, e entende-se a dinâmica que desencadeou o mesmo, inicia-se o processo de escolha da melhor alternativa para controle e recuperação da erosão.

Antes que sejam tomadas quaisquer medidas de combate a erosão, deve-se primeiramente determinar a fase de evolução da erosão. Esta pode ser Inicial (Sulcos), Intermediária (Ravinas), ou avançada (Voçorocas). Após iniciado o processo erosivo, a escolha da melhor alternativa de controle deve estar fundamentada no uso futuro que se pretende fazer da área em questão (GIANGIULIO, 2009).

Segundo Magalhães (2001), nota-se que a topografia, profundidade, permeabilidade, textura, estrutura e fertilidade do solo são fatores que influenciam diretamente no controle da erosão.

- Maiores declividades estar propício a maiores escoamento superficiais
- Quanto à profundidade, solos profundos favorecem o armazenamento de água.
- O solo raso tem uso agrícola dificultado.
- Quanto à permeabilidade do solo, quanto mais próxima da superfície estiver a camada impermeável, textura e estrutura, são determinadas pelo tipo de partículas distribuídas no solo, sua forma e agregação.

- fertilidade, a composição química diretamente ligada na cobertura vegetal da superfície.

O homem é a principal causa do processo erosivo. Desde o impacto inicial do desmatamento há uma ruptura no equilíbrio natural do meio físico. Como consequência das ações humanas, a erosão natural cede espaço à erosão acelerada (MAGALHÃES, 2001).

2.3.1. Práticas de prevenção de erosão

De modo geral, qualquer prática preventiva consiste na adoção de medidas que neutralizem os aspectos condicionantes do processo erosivo antes que o mesmo se instale. Sendo assim, práticas que evitem a concentração do fluxo d'água em canais preferenciais; práticas de manejo e conservação do solo, entendendo e respeitando suas aptidões naturais, incluindo a sua não utilização de forma a preservar sua vegetação natural, podem ser consideradas medidas que previnem a ocorrência de feições erosivas. Desta forma, pode-se dizer que dentre as principais práticas preventivas, destacam-se as obras de drenagem de águas pluviais e o recobrimento com vegetação de áreas exploradas (BUZIN, 2017).

O monitoramento é implícito ao controle de processos erosivos, já que as indicações de manutenção e a proposição de medidas complementares podem garantir a contínua funcionalidade na diminuição da atividade erosiva. (MAGALHÃES, 2001).

A prevenção além de evitar, ou pelo menos reduzir, os transtornos sociais, ambientais e econômicos causados pelos processos erosivos, também é a prática menos onerosa em relação à recuperação.

2.3.2. Práticas conservacionistas

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), as práticas conservacionistas compreendem todas as tecnologias que visam o aumento da cobertura vegetal e à infiltração da água no solo, com a intenção de protegê-lo contra o impacto das gotas da chuva, de diminuir o volume e a velocidade do escoamento superficial, proporcionando o tempo necessário para que a água possa infiltrar antes de seu escoamento.

As práticas conservacionistas são classificadas em vegetativas, edáficas e mecânicas. As vegetativas e edáficas são mais simples de executar e de se manter. Assim, sempre que possível deve-se recorrer a elas, utilizando as mecânicas como complementares (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

2.3.2.1. Práticas vegetativas

As práticas de caráter vegetativo são aquelas em que se utiliza a vegetação para defender o solo contra a erosão. Estas podem ser consideradas tanto práticas de prevenção quanto de controle ou recuperação de erosão, dependendo do estágio evolutivo da feição erosiva que se pretende combater. Dentre as diversas práticas vegetativas, encontram-se o reflorestamento e as pastagens, (GIANGIULIO, 2009).

Florestamento e Reflorestamento

A vegetação vem sendo utilizada na engenharia há séculos no controle de processos erosivos e como proteção e reforço em obras civis. Estas atividades, devido a seu baixo custo, requerimento técnico relativamente simples para instalação e manutenções, adequação paisagística e ambiental, tem encontrado largo campo de aplicação em regiões tropicais e subtropicais, já que nestas as condições favoráveis ao crescimento da vegetação ocorrem na maioria do ano (BUZIN, 2017).

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1999), a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, através dos seguintes benefícios: (1) proteção direta contra o impacto das gotas de chuvas; (2) dispersão da água, interceptando-a e vaporando-a antes de atingir o solo; (3) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo aumentam a infiltração de água; (4) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água e (5) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

Também é possível usar espécies de interesse econômico na revegetação, pois, em alguns casos, a recuperação da área pode ser associada à formação de sistemas agroflorestais, através dos quais, com o manejo adequado, o produtor poderá obter renda em área que, anteriormente, encontrava-se degradada e sem uso.

Pastagens

Bertoni e Lombardi Neto (1999) afirmam que as pastagens, embora em intensidade menor que as florestas, fornecem grande proteção ao solo contra os estragos pela erosão. Assim, o pasto bem manejado encontra-se como uma alternativa para terrenos onde as culturas não propiciam produções compensatórias, ou muito suscetíveis a erosão.

2.3.2.2. Práticas edáficas

São práticas conservacionistas que, com modificações no sistema de cultivo, mantêm ou melhoram a fertilidade do solo. Podem ser consideradas atividades de prevenção e controle de erosão. Dentre elas, pode-se citar a adubação química, orgânica, a calagem, entre outros (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Essas práticas têm ação indireta sobre o processo erosivo, atuando em melhorias das condições do solo, como aumento dos teores de matéria orgânica, agregação, permeabilidade, porosidade e cobertura vegetal (SILVA et al., 2015).

Adubação Verde

É a incorporação, ao solo, de plantas cultivadas para esse fim ou de outras vegetações cortadas quando ainda estão 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 do teor de matéria orgânica do solo cuja magnitude varia com a quantidade e com a qualidade do adubo verde, condições edafoclimáticas e práticas culturais utilizadas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Constitui uma das formas mais baratas e acessíveis de repor a matéria orgânica ao solo, promovendo a melhoria das suas condições físicas e estimulando os processos físicos, químicos e biológicos do solo. Segundo Pruski (2006), com o emprego de métodos de cultivo reduzido, como o plantio direto, os restos de plantas de adubação verde podem ser deixados sobre a superfície, sendo paulatinamente incorporados ao solo por via biológica, trazendo resultados ainda mais favoráveis.

Adubação química

A Sua função é a de recompor os nutrientes perdidos pelo solo através de processos erosivos, de uso exaustivo do solo ou ainda, de recuperação de solos originalmente inaptos para o cultivo. A adubação química deve fazer parte de um planejamento amplo onde devem ser considerados os custos e os benefícios desta atividade ao longo do período do tempo. (BUZIN, 2017)

Adubação Orgânica

De acordo com BUZIN (2017), a adubação orgânica com esterco de curral ou com um composto exerce importante papel de melhoramento das condições para o desenvolvimento das culturas, e, sem dúvida, dos mais destacados, é a influência na redução das perdas de solo e água por erosão.

Calagem

Correção da acidez do solo pela aplicação de cálcio. Solos ácidos dificultam o aproveitamento do fósforo pelas plantas e o desenvolvimento de microorganismos fixadores do nitrogênio atmosférico. Portanto, a calagem proporciona melhor cobertura vegetal do solo, protegendo-o contra a erosão (BUZIN, 2017).

Controle de queimadas

A queimada reduz a cobertura vegetal, responsável por dissipar a energia da queda da chuva e obstrui os poros do solo, aumentando o escoamento superficial (Heringer et al., 2002). O maior volume de escoamento, associado com o decréscimo na taxa de infiltração, explica o aumento nas perdas de solo em áreas queimadas (BUZIN, 2017).

Estudo feito por Heringer et al. (2002) demonstrou que a queima frequente e contínua das pastagens naturais promove a redução nos teores de magnésio, aumenta a acidez potencial e reduz a cobertura e umidade nas camadas superficiais do solo em relação às práticas de manejo sem queima.

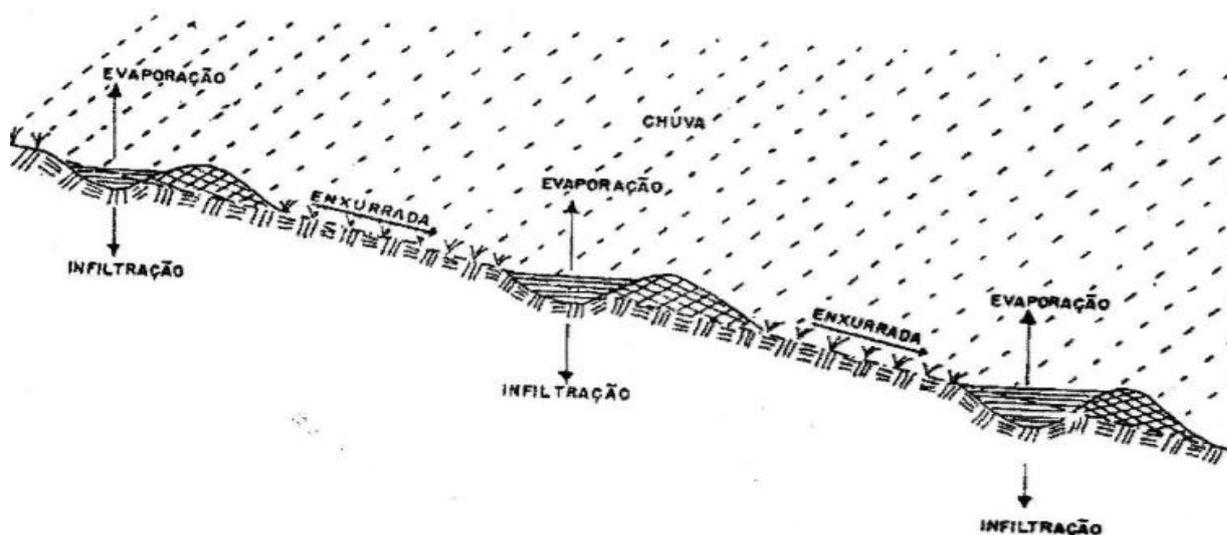
Sendo assim, práticas de manejo sem queima são mais conservacionistas em termos de manutenção dos níveis de fertilidade do solo (SILVA et al., 2015).

2.3.2.3. Práticas mecânicas

As práticas de caráter mecânico são aquelas em que se recorre a estruturas artificiais mediante a disposição adequada de porções de terra, com a finalidade de quebrar a velocidade de escoamento da enxurrada e facilitar-lhe a infiltração do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999). Dependendo do estágio evolutivo da erosão, as práticas de caráter mecânico podem ser consideradas tanto como medidas de prevenção como de controle de erosão.

Dentre as práticas de caráter mecânico, o terraceamento é uma das mais antigas e eficientes no controle de erosão. A principal função do terraço é parcelar o comprimento de rampa do talude, possibilitando a redução de velocidade e subdividindo o volume do deflúvio superficial facilitando sua infiltração no solo, ou disciplinar o seu escoamento até um leito estável de drenagem natural, reduzindo assim a formação de sulcos erosivos (ALMEIDA FILHO; RIDENTE JUNIOR, 1999).

Figura 1 – Pratica mecânica terraceamento



Fonte: Internet

Bertoni e Lombardi Neto (1999) afirmam que a declividade do terreno é que determina a praticabilidade do terraceamento, uma vez que a erosão aumenta com esse declive, entretanto, o custo da construção e da manutenção do terraço aumenta com o grau do declive a tal ponto que esse fator pode torná-lo desaconselhável.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na cidade de Palmas, Tocantins, Brasil (Figura 2), no parque Cesamar entre a latitude $10^{\circ}12'11.46''$ S e longitude $48^{\circ}18'51,92''$ local onde vem sofrendo com o problema de erosão já algum tempo.

A área delimitada em vermelho indica a localização da voçoroca (Figura 3), tem início na galeria, onde escoa a água da chuva e percorre até o lago do parque, em alguns pontos chegando a 6m de profundidade. Visto que Tocantins é caracterizado por 6 meses de períodos chuvosos onde a temperatura média é de 26°C e 6 meses de período de estiagem onde a temperatura média é de 32° .

Figura 2 – Localização do Parque Cesamar na cidade de Palmas -TO.



Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 3 – Localização da voçoroca dentro do parque Cesamar.



Fonte: Google Earth, 2018.

3.2 Levantamento dos dados

Foi realizada uma entrevista na SEINF (secretaria municipal de infraestrutura de Palmas Tocantins) localizada na quadra 1112 sul Av. LO 27, com o Engenheiro ambiental responsável pela recuperação da voçoroca. Na ocasião, realizou-se, através de uma entrevista semiestruturada, busca de informações a respeito dos diferentes métodos que já foram empregados para a estabilização da voçoroca, com o objetivo de entender porque os métodos já empregados não obtiveram resultado satisfatório. Além disso, verificou-se as próximas medidas a serem tomadas para o controle da erosão.

A outra parte da pesquisa consistiu em realizar visitas no local do voçorocamento juntamente com a professora orientadora Dra. Michele Ribeiro Ramos. Durante a visita, foram levantadas informações do meio físico, porcentagem de cobertura vegetal remanescente, estágios e tipos de processos erosivos que estão ocorrendo dentro da voçoroca, presença de horizontes férteis aptos para o desenvolvimento da vegetação, declividade, inclinação dos taludes, identificação da

origem do escoamento superficial e outras informações que poderão ser úteis para a elaboração de um plano de recuperação da área.

Foi feito também caminhamento na área para inspeção das medidas já adotadas, para avaliação da fragilidade do solo, presença de remanescentes florestais, banco de sementes, presença de fauna e coleta de solos com uso do trado holandês nos horizontes A, B e C para análise da granulometria (frações de areia, silte e argila) e atributos químicos que envolvem teores de Ca (cálcio), Mg (magnésio), K (potássio), P (fósforo), V% (saturação por bases), CTC,(capacidade de troca catiônica) pH, m% (saturação por alumínio).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

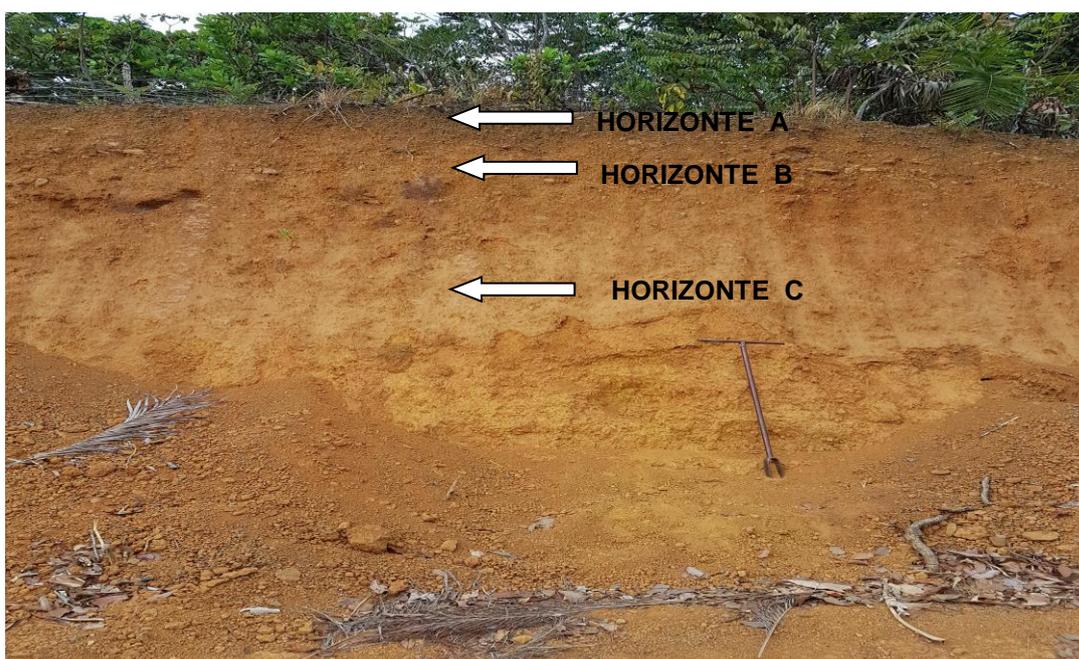
4.1 Visita *In loco*

No dia 24 de setembro de 2018 foi realizada, no parque Cesamar, uma visita na erosão em estudo, onde, juntamente com a orientadora Dra. Michele Ribeiro Ramos foi realizado uma avaliação mais ampla e eficaz da área degradada, ocasionada pela erosão laminar.

Na primeira análise ocorreu a identificação e classificação do solo quanto aos seus horizontes. Por todo os seus 352m de extensão de erosão foi constatado a ausência dos horizontes A e B na base da voçoroca. Em alguns pontos notou-se o afloramento rochoso devido à alta profundidade em que se encontra a erosão. Os horizontes A e B, que representam a maior fertilidade do solo, onde são mais ricos em matéria orgânicas, foram encontrados apenas nas cristas dos taludes e seus arredores.

O solo foi caracterizado com uma associação de Cambissolo, Neossolo Regolítico e a grande maior parte Plintossolo Pétrico. A identificação deste solo, Plintossolo Pétrico, foi obtido visualmente devido à sua cor e a presença de pedras (petroplintitas) em grande parte da extensão das encostas. Todas essas identificações táteis-visuais observadas só se desenvolveram devido ao acompanhamento da Orientadora, que possui conhecimento em classificação dos solos em campo.

Figura 4 – Diferença dos horizontes no talude



Fonte: Autor próprio, 2018.

A vegetação do parque é classificada como cerrado, com sua fisionomia de vegetação variando entre cerrado stricto sensu e cerradão onde não tem perda de folhas no período seco. Um ponto positivo que foi observado, como mostra na (Figura 5), é que no entorno da área degradada constitui-se de vegetação nativa e por toda extensão da voçoroca também, principalmente no topo dos taludes, e isso facilita ação de reflorestamento da área. Como foi verificado a campo nesta área, existem muitas espécies produtoras de sementes, onde, associadas com os animais terrestres, aves e também pela ação do vento, facilita a dispersão dessas espécies.

Na visita, identificou-se espécies leguminosas que tem o papel de fixar o nitrogênio no solo, sistema radicular agressivo e com isso apresenta características positiva para a fertilidade bem como a translocação dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo.

Outro fator relevante, observado na (Figura 5), é o aparecimento de espécies vegetativas se desenvolvendo no horizonte C e no solo presente na base do talude, indicando que a área em si apresenta potencial regenerativo, ou seja com alta resiliência.

Figura 5 – Vegetação nativa ao redor da voçoroca.



Fonte: Autor próprio, 2018.

Por toda a voçoroca foi observada a presença, de várias erosões laminares dentro da própria voçoroca, formando sulcos, que alguns casos originaram-se

ravinas profundas como pode ser visto na (Figura 6, sulcos) que chegaram a 1,50m de profundidade.

Esse aumento desenfreado de sulcos e ravinas ocorre devido a entrada de água que chega pela galeria pluvial e é potencializado pela inclinação dos taludes e declividade da voçoroca que chega a uma diferença de cota do seu início até o fim de 14,68m.

Figura 6 – Formação de uma Ravina dentro da voçoroca.



Fonte: Autor próprio, 2018.

Nesse percurso investigativo, foi também presenciado uma pequena lagoa de água corrente e cristalina onde foram avistados a presença de pequenos alevinos se desenvolvendo no local. Isso revela que, a voçoroca já está em estágio avançado de desenvolvimento (Figura 7)

Figura 7 – Afloramento do lençol freático



Fonte: Autor próprio, 2018.

Contudo, em 2016, como mostra imagens obtidas pelo Google Earth (Figura 8), a voçoroca ainda não estava neste estágio tão avançado de degradação como temos hoje. A área total da voçoroca naquele ano era de 3320 m². Em pouco mais de 2 anos, a extensão degradada mais do que dobrou (Figura 9), a área passou de 3320 m² para 7661 m², provocando perdas de solos produtivos como o A e o B, bem como destruição de parte da vegetação nativa presente, onde foram se depositando no Lago do parque Cesamar e, conseqüentemente, ocasionado assoreamento.

Figura 8 – Delimitação da área de erosão no ano de 2016



Fonte: google Earth, 2016

Figura 9 – Delimitação da área de erosão no ano de 2018



Fonte: google Earth, 2018

4.2 Entrevista semiestruturada

Foi realizado uma entrevista semiestruturada, no dia 19 de outubro de 2018, com o engenheiro ambiental responsável pela recuperação da voçoroca localizada no parque Cesamar.

Conforme Sodre (2018), para reduzir o aumento da erosão laminar foram implementadas apenas duas intervenções mecânicas: escadas hidráulicas e bacia de retenção. Esses métodos empregados não obtiveram resultados satisfatório, pois foram medidas emergenciais e que não tinham pretensão de atender um problema daquela envergadura de forma definitiva, apenas de forma que se conseguisse controlar temporariamente o problema.

Segundo Sodre (2018), não se sabe ao certo o quanto já foi gasto no parque Cesamar, pois os degraus da escada hidráulica foram um aproveitamento de doação de vigas de um desmanche de uma ponte, então teve-se gasto apenas com transporte, e na bacia de retenção os gastos foram apenas com limpezas.

Conforme Sodre (2018), a medida emergencial na qual será feita e a construção de uma barreira de Pedras de médio e grande porte, onde, será feito chumbamento de tela neste muro. Para medidas futuras estão sendo estudados projetos para que se possa fazer a dissipação de energia dos $7,10\text{m}^3/\text{s}$ que passa pela galeria, porém o projeto executivo ainda não está concluído.

4.3 Análise dos elementos mecânicos já empregados no local de voçoramento.

Com a insuficiência nas mais diversificadas formas de contenções já aplicadas ao parque, afim de conter as erosões provocadas pela ação da chuva, foi executado novas técnicas cuja a eficácia ainda não foi satisfatória.

A Bacia de retenção como mostra na (Figura 10) foi uma alternativa eficaz para controle das enchentes urbanas. Elas foram estruturas criadas para receber água que vem das galerias para proporcionar o correto escoamento das águas pluviais, contendo assim o aumento de possíveis percolações superficiais. Entretanto, o tamanho do reservatório (piscinão) adotado não estava compatível com a quantidade de água recebida e com a baixa capacidade de absorção do solo.

Figura 10 – Bacia de retenção localizada no parque Cesamar.



Fonte: Autor próprio, 2018.

A escada hidráulica como mostra na (Figura 11) evita erosões regressivas e o surgimento de voçorocas. Escadas hidráulicas dissipadoras, desenvolvidas pela Eco Verde, são estruturas que disciplinam a carga hidráulica de um curso d'água permitindo que a velocidade de escoamento seja compatível com o material que o

reveste. Essa estrutura objetivava conter o avanço da voçoroca e não conseguiu obter um desempenho satisfatório.

Uma das prováveis causas da ruptura da escada hidráulica foi a falta de apoios nas laterais para os elementos de concreto pré-fabricado; outro fator foi o fato de seus elementos pré-fabricados aparentemente não estavam conectados, deste modo a estrutura não trabalha de forma monolítica. Pode ter sofrido algum tipo de erosão por baixo da estrutura que lavou o material que não conseguiu se manter na posição que foram colocadas como contenções.

Figura 11 – Localização da escada hidráulica no parque Cesamar.



Fonte: Autor próprio, 2018

4.4 Análise da fertilidade dos Solos

De uma maneira geral, o solo ainda presente na voçoroca apresenta-se muito heterogêneo, onde a distribuição dos horizontes em toda sua extensão não é homogênea, ou seja, em algumas partes há exposição do horizonte B e na sua grande maioria o horizonte C (camada mais próxima da rocha) em superfície. A

presença do horizonte A (camada mais fértil) apenas na crista dos taludes. Em relação a fertilidade dos horizontes (camadas), essas se apresentam muito heterogêneas

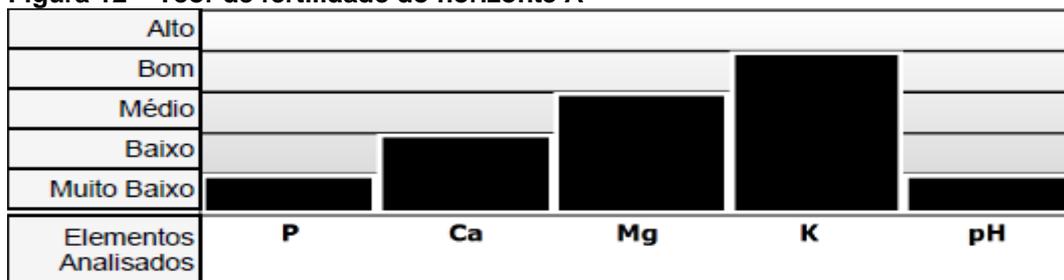
O teor de matéria muito baixa, 1,4, 0,2 e 0,1 nos horizontes, A, B e C respectivamente. Sugere-se desta forma fazer uma intervenção para promover melhorias nesses teores, uso de espécies de adubo verde (plantas que aumentam o teor de matéria orgânica e incorporam nutrientes no solo) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados das Análises dos horizontes.

Compostos encontrados nas amostras	HORIZONTES			UNI
	A	B	C	
Ca	0,75	1,05	0,95	mE/100ml
Mg	0,51	0,26	0,24	mE/100ml
Al	0,70	0,10	0,00	mE/100ml
K	0,20	0,03	0,05	mE/100ml
CTC	10,26	4,44	2,24	
Mat. Org	1,40	0,20	0,10	%
CaCl ₂	3,90	4,60	6,40	pH
Argila	27,00	44,00	45,00	%
Limo	14,80	14,40	32,50	%
Areia	58,20	41,60	22,50	%

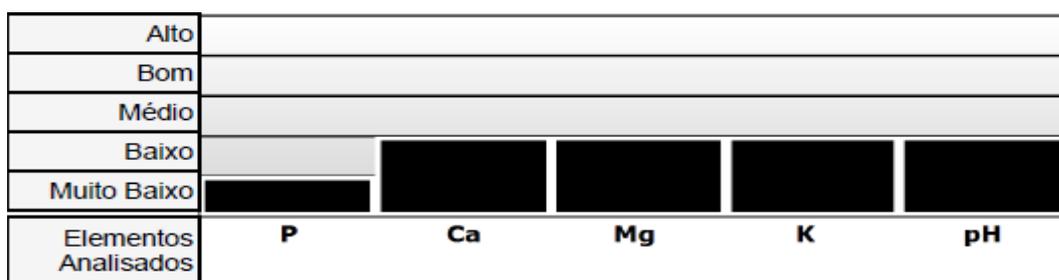
Os teores de nutrientes P (Fósforo), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio) e K (Potássio), nos horizontes B e C estão baixos conforme mostrado nas (Figura13 e 14), e somente no horizonte A os teores de Mg e K (médio e bom respectivamente) conforme análise de solo (Figura 12).

Figura 12 – Teor de fertilidade do horizonte A



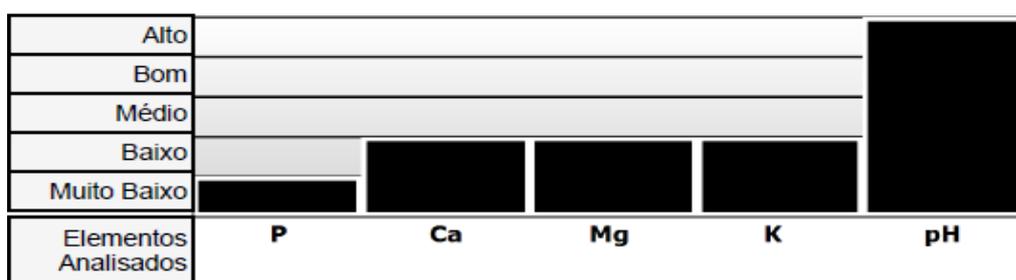
Fonte: Análise de solo realizado na Zoofértil laboratório agropecuário

Figura 13 - Teor de fertilidade do horizonte B



Fonte: Análise de solo realizado na Zoofértil laboratório agropecuário

Figura 14 - Teor de fertilidade do horizonte C



FONTE: Análise de solo realizado na Zoofértil laboratório agropecuário

Em relação as camadas que predominam dentro da voçoroca, pode-se considerar que a maior parte é constituída pelo horizonte C e outros depósitos externos que foram colocados lá, trata-se de uma camada que apresenta-se mais adensada pela falta de poros e matéria orgânica, acentuados pelos maiores teores de argila presente nos horizontes B e C (textura argilosa) enquanto que no horizonte A franco-argila-arenosa, ou seja os teores de silte e areia são relativamente maiores nessa camada. Os equilíbrios dessas frações também são um fator importante, quando consideramos a disponibilidade de água, a capacidade de retenção de água, característica que deve ser mencionada, pois no período seco o armazenamento natural de água no solo poderá ser definitivo para o sucesso da germinação e desenvolvimento das plantas.

Como mencionado acima, não recomenda-se abertura de covas para plantio de mudas, devido à grande fragilidade do ambiente em questão e o risco de insucesso da atividade, principalmente por ser um intervenção de alto custo, sugere-se o uso de técnicas como plantio de sementes, chuva de sementes (muvuquinha – mistura de sementes de espécies arbóreas com anuais) e o espalhamento manual na área com material orgânico. Na verdade, essas técnicas consistem em replicar de forma artificial o que a fauna do parque já faz de forma natural e lenta.

4.5 Medidas de recuperação

Vegetativo

Na área foi verificado a presença de espécies invasoras, sendo a que se mais se destacou visualmente em número de indivíduos foi a Leucena (*Leucaena leucocephala*).

Trata-se de uma espécie arbórea, de baixo médio a porte, originária da América Central. Foi introduzida no Brasil como uma alternativa para alimentação animal (forrageira), devido sua alta agressividade e capacidade competitiva, pois apresenta rápido crescimento, e tem alto potencial de produzir e dispersar sementes em grandes quantidades (DRUMOND; RIBASK, 2010).

Em plantios, seu dossel favorece a formação de sombreamento controlando a entrada de outras espécies, essas características elevam essa espécie a categoria de exótica invasora, ou seja, são plantas que não pertencem ao bioma original do local e ainda apresentam alta capacidade de se reproduzir, sendo assim o uso dela em recuperação de áreas deve ser feito com muita cautela.

Na área da voçoroca foi possível observar alguns exemplares dela distribuídos em toda a extensão e verificado o espalhamento de suas sementes no decorrer da voçoroca, conforme (Figura 15).

Figura 15 –Sementes de Leucena espalhadas em algumas partes da erosão



Fonte: Autor próprio, 2018

Contudo, não se recomenda o plantio de espécies exóticas devido principalmente se tratar de um parque onde predominantemente possuem espécies do bioma cerrado, pois o potencial de invasão de espécies como essa poderá vir a suprimir as espécies nativas. Se for usar esse modelo de recuperação vegetativo recomenda-se o acompanhamento de um biólogo e/ou engenheiro florestal para fazer o manejo das espécies exóticas, controlando a saída delas e a entrada de espécies nativas, afim de evitar que as espécie exótica e invasora se desenvolva mais que a nativa.

A vantagem de se utilizar espécies exóticas é devido seu alto potencial de crescimento e dispersão de sementes, quando comparado com as espécies nativas, contudo, deve-se ter muita precaução no uso delas, para evitar que essas espécies agressivas façam a supressão das espécies nativa local, contribuindo para uma diminuição da diversidade florística do bioma na cidade. No Rio de Janeiro essa espécie já é considerada um problema, sua disseminação chegou em ambientes frágeis como a restinga e atualmente gasta-se muito para fazer sua erradicação.

As espécies mais importantes com relação à abundância encontrada no parque foram levantadas por PAREJA, (2014) e o resultado apresentado na tabela abaixo:

Tabela 2 - Levantamento florístico das espécies do Parque CESAMAR, Palmas – Tocantins.

Nome científico (número de indivíduos)	Nome comum
<i>Qualea parviflora</i> (189)	Pau-terra-mirim
<i>Myrcia sellowiana</i> (133)	Araçazinho
<i>Sclerolobium paniculatum</i> (72)	Arapaçu, cachamorra, cangalheiro, carvão de ferreiro
<i>Caryocar coriaceum</i> (65)	Pequi
<i>Qualea grandiflora</i> (62)	Pau-terra-multiflora, pau-terra-liso
<i>Davilla elliptica</i> (52)	Lixeirinha
<i>Byrsonima crassa</i> (49)	Murici arbóreo

FONTE: (PAREJA, 2014.)

Edáfica

A fertilidade do solo está muito baixa, sendo recomendado a melhoria dos atributos químicos. O baixo teor de matéria orgânica presente nos horizontes deve ser melhorado, para isso recomenda-se o uso de adubos alternativos, pois a utilização de adubos químicos torna-se perigoso devido ao risco do carreamento desses nutrientes sintéticos para o lago do parque que poderá causar eutrofização (enriquecimento da água por N-nitrogênio e P-Fósforo), causando o crescimento exagerado de espécies vegetais aquáticas (macrófitas) que levará a morte dos peixes e outros que habitam o ambiente do lago.

Como mencionado no item (4.4 Análise da fertilidade dos Solos), não recomenda-se abertura de covas para plantio de mudas, devido à grande fragilidade do ambiente em questão e o risco de insucesso da atividade, principalmente por ser um intervenção de alto custo, sugere-se o uso de técnicas como plantio de sementes, chuva de sementes (muvuquinha – mistura de sementes de espécies arbóreas com anuais) e o espalhamento manual na área com material orgânico. Na verdade, essas técnicas consistem em replicar de forma artificial o que a fauna do parque já faz de forma natural e lenta.

Tabela 3 - Indicação de espécies de plantas para Adubo verde

Espécie	Nome comum	Desenvolvimento			
		pH	MO	V%	Fertilidade
¹ Brachiaria humidicula	Braquiária	Ácido +- 4,0	Baixo	Baixo	baixa
² Cajanus cajan	Feijão guandu	Ácido +- 4,0	Baixo	Baixo	baixa
³ Mucuna aterrima	Mucuna preta	Ácido +- 4,0	Baixo	Baixo	baixa
⁴ Macrotyloma axillare	Leguminosa Java	Ácido +- 4,0	Baixo	Baixo	baixa
³ Crotalaria spectabilis	Crotalária	Ácido +- 5,0	-	Baixo	média
³ Dolichos lablab	Lab Lab	Ácido +- 5,5	médio	>30%	média
⁵ Canavalia ensiformis	Feijão-de-porco	Ácido +- 5,5	baixo	>30%	baixa

Fonte: ¹ Crispim e Branco, (2002); ² Carellos (2013); ³ Barreto e Fernandes (2001); ⁴ Bonfim-Silva et al. (2011); ⁵ Rodrigues et al. (2004)

MO = Matéria Orgânica; V% Saturação de Base

Mecânica

A primeira medida que deve ser realizada emergencialmente e redirecionar a rede de drenagem da quadra 210 sul, parte da quadra 308 sul, parte da Av. LO-05 e

parte da Av. LO-07, onde, atualmente está captação das precipitações dessas quadra estão todas sendo lançada pela a galera pluvial na voçoroca localizada no parque Cesamar como mostra na (Figura 16), em que no período de pico chega a passar 7,10m³/s.

Tendo em vista que e mais viável economicamente e gerar menos impacto no bioma, mudar o lançamento dessa drenagem para outro local do que fazer a canalização por gabião da saída da galeria até o lago do Parque Cesamar.

Figura 16 – Galeria pluvial



Fonte: Autor próprio

A segunda intervenção mecânica será na aplicação de geomantas que constituem um método de proteção de talude baseado na cobertura superficial. A intenção é gerar uma cobertura capaz de reduzir o impacto das gotas de chuva e o desprendimento de partículas durante o escoamento.

Tais mantas sintéticas são aplicadas fornecendo proteção ao solo desprovido de cobertura vegetal. Juntamente com a geomanta é lançado um coquetel de sementes que ao se desenvolverem reforçam a proteção já oferecida pela manta, tornando a cobertura ainda mais efetiva no combate a erosão.

Num primeiro momento, enquanto a vegetação ainda não se desenvolveu, as geomantas são responsáveis por reduzir o impacto das gotas de chuva e dissipar energia da água durante o escoamento superficial. Além disso, evitam a perda de

umidade do solo, auxiliando na germinação das sementes. Suas funções se estendem ainda à ancoragem das sementes e fertilizantes e proteção contra a erosão eólica (SANTOS, 2014).

Numa segunda etapa, com o crescimento da vegetação, que agora é capaz de interceptar as chuvas antes que atinjam o solo, as mantas agem de forma permanente como reforço das raízes, que grampeiam a camada superficial do maciço. Além de contribuírem ainda no controle da umidade e escoamento superficial (SANTOS, 2014)

5. CONCLUSAO

Enquanto houver lançamento da água pela galeria no canal hídrico, vai haver o crescimento intenso da erosão

O solo mostrou-se que tem características favoráveis a realização de um possível reflorestamento da área degradada

Foram apresentados dois métodos mecânicos: a escada hidráulica que não deu certo devido utilizar matéria destinados a outros fins, e a bacia de detenção que o mesmo não teve o planejamento para suportar a precipitação que nela chegava

Contudo, para se implementar a recuperação do solo e da vegetação da área degradada, a melhor forma é se trabalhar maneiras edáficas, vegetativas e mecânicas de forma associadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Geovane Barros et al. **CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE CESAMAR NO MUNICÍPIO DE PALAMS-TO**. Católica-TO, Palmas-TO, p.5-5, fev. 2010.

ALMEIDA FILHO, G. S.. Uso das terminologias de processos erosivos lineares dos tipos ravina e voçoroca. **Ravista Geonorte**, v. 5, p. 693-699, 2014.

AMARAL, Nautir David. **NOÇÕES DE CONSERVAÇÃO DO SOLO**. 2. ed. São Paulo: Cip- Brasil, 1994. 120 p.

BANDEIRA, Arilmara Abade. **EVOLUÇÃO DO PROCESSO EROSIVO NA MARGEM DIREITA DO RIO SÃO FRANCISCO E EFICIÊNCIA DOS ENROCAMENTOS NO CONTROLE DA EROSÃO**. 2005. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - Se, 2005

BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de Tabuleiros Costeiros**, Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001, 24p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/68744/1/CPATC-CIR.-TEC.-19-01.pdf>>. Acesso: 22 de out. 2018

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L.; PEREIRA, M. T.J.; GONÇALVES, J. M. **Leguminosa híbrida Java submetida à calagem em Latossolo Vermelho do cerrado**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Goiânia - GO. vol.7, N.13, 1811-1820p. 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/leguminosa%20hibrida.pdf>>. Acesso: 22 de out. de 2018.

BUZIN, Estevão Keglevich - **Técnica de conservação do solo**. Disponível em <www.conhecer.org.br/.../TECNICAS%20CONSERVACAO%20SOLO/curso%20TEC> Acesso em: 07/05/2018

BRITO, Annanery de Oliveira. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando o planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

CARELLOS, D. C. Avaliação de cultivares de feijão-guandu (*cajanus cajan* (L.) millsp.) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista-MG. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa. 135 f. 2013. Disponível: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/1242/texto%20completo.pdf?squence=1>>. Acesso: 22 de out. 2018

CRISPIM, S.M.A.; BRANCO, O.D. **Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia**, Pantanal, MS / Sandra Mara Araújo Crispim, Oslain Domingos Branco – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 25p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/810752/1/BP33.pdf>>. Acesso: 22 de out. 2018

DYONISIO, Hamilton Antonio Ferreira. EROSÃO HÍDRICA: SUSCETIBILIDADE DO SOLO. **Revista Eletrônica Thesis**, São Paulo-sp, v. 2, n. 13, p.16-16, jun. 2010.

DRUMOND, Marcos Antônio; RIBASK, Jorge. Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. **Comunicado Técnico**, Petrolina, Pe, v. 2, n. 1, p.1-8, dez. 2010.

FERREIRA, Marcilene Dantas. **ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS ACELERADOS EM ÁREAS URBANAS E DAS TÉCNICAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO - CÓRREGO DO TUCUM (SÃO PAULO/SP)**. 2004. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

GIANGIULIO, Anelise Ruzzante. **GESTÃO AMBIENTAL APLICADA A PREVENÇÃO, CONTROLE E RECUPERAÇÃO DE EROSÃO LINEAR ACELERADA NO MUNICÍPIO DE IPEÚNA-SP**. 2009. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista, Campus do Rio Claro, 2009.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. **Características de um latossolo vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 2, 2002.

LEPSCH, Igo F., **Formação e Conservação dos Solos**, São Paulo: Oficina de Textos, 2002

MAGALHÃES, Ricardo Aguiar. EROSÃO: DEFINIÇÕES, TIPOS E FORMAS DE CONTROLE. In: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7., 2001, Goiânia (go). **Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG.** Goiânia (go): Labogef, 2001. p. 01 - 02.

PANACHUKI, Elói. **INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E EROSÃO HÍDRICA, SOB CHUVA SIMULADA, EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA.** 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2003.

PAREJA, Eliana Kelly. **Composição florística, diversidade e estoque de carbono do cerrado sensu stricto de Palmas, Tocantins, Brasil.** 2014. 108 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia e Ecologia das Alterações Globais, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Palmas, 2014.

PRUSKI, Fernando Falco, **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**, editor. – Viçosa: Ed. UFV, 2006.

RODRIGUES, J. E. L. F.; ALVES, R. N. B.; LOPES, O. M. N.; TEIXEIRA, R. N. G.; ROSA, E. S. **A importância do Feijão (*Canavalia ensiformis* DC.) como Cultura Intercalar em Rotação com Milho e Feijão Caupi em Cultivo de Coqueirais no Município de Ponta-de-Pedras, Marajó-PA.** 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/402411/1/com.tec.96.pdf>> Acesso: 22 de out. 2018

Santos, Luana Maria dos. **Erosão em taludes de corte: métodos de proteção e estabilização** / Luana Maria dos Santos – Guaratinguetá : [s.n], 2014.

SILVA, Marx Leandro Naves. **Manejo e conservação do solo e da água**: guia de estudos / Marx Leandro Naves Silva ...[et al.]. – Lavras : UFLA, 2015. 74 p.

SODRE, Tiago. **Entrevista concedida a Francisco Augusto da Silva Valentin**. Palmas-TO, 19 Out. 2018. [A entrevista encontra-se transcrita no Apêndice "A" desta monografia].

APÊNDICE A – Análise de solo do horizonte A

APÊNDICE B – Análise de solo do horizonte B

APÊNDICE C – Análise de solo do horizonte C

**APÊNDICE D – Ofício para realização de uma entrevista com o
engenheiro ambiental Tiago Araújo Sodre**

