

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

FERNANDO ANTONIO BURGO FILHO

**ESTABILIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE RAVINA EM PROPRIEDADE
PARTICULAR NO MUNICÍPIO DE PITANGUEIRAS, ESTADO DO
PARANÁ, BRASIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2014

FERNANDO ANTONIO BURGO FILHO

**ESTABILIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE RAVINA EM PROPRIEDADE
PARTICULAR NO MUNICÍPIO DE PITANGUEIRAS, ESTADO DO
PARANÁ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Eduardo Freres Stipp

LONDRINA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

ESTABILIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE RAVINA EM PROPRIEDADE PARTICULAR NO MUNICÍPIO DE PITANGUEIRAS, ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

por

FERNANDO ANTONIO BURGO FILHO

Monografia apresentada no dia 25 de julho de 2014 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho _____ (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Prof. Dr. Marcelo Eduardo Freres Stipp
(UTFPR)

Prof. Dr. Marcelo Anami
(UTFPR)

Prof. Dr. Mauricio Santos
(UTFPR)

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus profundos agradecimentos a todos àqueles que contribuíram para a realização deste trabalho. Uma gratidão especial ao meu orientador, Dr. Marcelo Eduardo Freres Stipp por ter disponibilizado seu tempo e conhecimento sempre que necessário.

Agradeço aos professores Marcelo Anami e Mauricio Santos pelo conhecimento, amizade, dedicação e auxílio na elaboração deste trabalho.

Agradeço em especial o Técnico Agrícola Luiz Henrique Cheron e a Cooperativa Agroindustrial Nova Produtiva, que permitiram a realização deste trabalho e disponibilizaram as informações necessárias, equipamentos e contatos técnicos para o desenvolvimento deste trabalho.

Além disso, um obrigado a todos os meus professores, que me auxiliaram no curso de Engenharia Ambiental, e cujo entusiasmo deles me afetou de forma positiva. Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Londrina.

Nada disto teria sido possível sem o amor e a paciência da minha família. Agradeço sinceramente o apoio incondicional, carinho, paciência e ajuda durante a minha formação acadêmica.

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

RESUMO

FILHO, Fernando Antonio Burgo. Estabilização e recuperação de ravina em propriedade particular no município de Pitangueiras, estado do Paraná, Brasil. 2014. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

O caminho de fluxo de um córrego é resultante de certas características da sua bacia hidrográfica que são controladas pelo clima, geologia, geomorfologia, tipo de solo e vegetação. Além desses fatores naturais, o caminho de fluxo da água pode ser modificado pelo péssimo planejamento de atividades humanas, como, por exemplo, a exploração excessiva de águas subterrâneas, drenagem de pântanos, desflorestamento, erosão e compactação de solo. O presente trabalho teve o intuito de explorar, monitorar e recuperar a erosão por ravinamento, que é normalmente uma consequência das atividades humanas que pode-se agravar há dimensões de uma voçoroca, assim considerada um dos piores problemas ambientais no Brasil, uma vez que conseguem modificar a dinâmica da bacia hidrográfica, causando grandes perdas de solo, assoreamento dos canais fluviais e criação de vales. As atividades de monitoramento, plantio de vegetação leguminosa e construção de barreiras de contenção provaram ser eficientes contra o carreamento do solo. Assim, foi provado que o controle da erosão por ravinamento utilizando materiais de baixo custo e de fácil disponibilização, tem impacto importante na diminuição da perda de solo e assim, grande importância na conservação e recuperação ambiental.

Palavras chave: erosão, ravinamento, recuperação

ABSTRACT

FILHO, Fernando Antonio Burgo. Stabilization and recovery of ravine erosion on a private property located in Pitangueiras, State of Paraná, Brazil. 2014. 49p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

The flow path of a stream is the result of certain characteristics of its watershed, which are controlled by climate, geology, geomorphology, soil type and vegetation. In addition to these natural factors, the path of water flow can be modified by the bad planning of human activities, for example, over-exploitation of groundwater, drainage of wetlands, deforestation, erosion and soil compaction. This study aimed to explore, monitor and recover the ravine erosion, which is usually a result of human activities that can aggravate dimensions of a gully, thus is considered one of the worst environmental problems in Brazil, because they can modify the dynamics of soil basin, causing large losses of soil, sedimentation of rivers channels and creating huge valleys. Monitoring activities, planting leguminous vegetation and building booms protection reduced the significantly the soil loss of by soil entrainment. Thus, it was proven that ravine erosion control through the usage of low cost materials and easy availability has significant impact in soil loss reduction and is very important for the environmental conservation and recovery.

Keywords: erosion, ravine erosion, recovery

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Localização da cidade de Pitangueiras no Paraná e Brasil..... | 21 |
| Figura 2 - Imagem satélite da Fazenda Santa Sofia | 22 |
| Figura 3 - Planta de onde se encontra a erosão, talhão 3 | 22 |
| Figura 4 - Área de erosão por ravinamento | 23 |
| Figura 5 - Exposição do solo após queimada e colheita manual de cana-de-açúcar | 24 |
| Figura 6 - Pluviômetro utilizado nas medições da precipitação | 25 |
| Figura 7 - Feijão Macarrão Rasteiro Napoli utilizado no plantio..... | 26 |
| Figura 8 - Plantio nas áreas expostas..... | 27 |
| Figura 9 - Localização das varas de monitoramento | 28 |
| Figura 10 - Início da construção das barreiras de contenção | 30 |
| Figura 11 - Barreiras construídas e varas de monitoramento reinstaladas..... | 30 |
| Figura 12 - A esquerda, broca mecânica e anel volumétrico, a direita o solo coletado .. | 32 |
| Figura 13 - Ilustração por erosão por salpico..... | 33 |
| Figura 14 - Ilustração de erosão em lençol..... | 34 |
| Figura 15 - Local e presença da ravina..... | 35 |
| Figura 16 - Gráfico de resumo pluviométrico na Fazenda Santa Sofia II..... | 36 |
| Figura 17 - Gráfico de média pluviométrica e perda de solo no ponto 01..... | 37 |
| Figura 18 - Gráfico de média pluviométrica e perda de solo no ponto 02..... | 38 |
| Figura 19 - Gráfico de média pluviométrica e perda de solo no ponto 03..... | 39 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Ferramentas e materiais utilizados na construção das barreiras..... | 29 |
| Tabela 2 - Resultado da análise granulométrica..... | 40 |
| Tabela 3 - Resultado dos testes físicos de solo..... | 41 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. OBJETIVOS | 12 |
| 2.1 GERAL | 12 |
| 2.2 ESPECÍFICOS | 12 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 3.1 IMPORTÂNCIA DO SOLO | 13 |
| 3.2 SISTEMAS AGRÍCOLAS | 14 |
| 3.3 PROCESSOS EROSIVOS..... | 15 |
| 3.4 PROCESSOS EROSIVOS NA FORMAÇÃO DE RAVINAS E VOÇOROCAS | 16 |
| 3.5 FUNÇÕES HIDROLÓGICAS | 17 |
| 3.6 IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO | 18 |
| 3.6.1 Enriquecimento de carbono e estabilização..... | 19 |
| 3.7 BIOENGENHARIA NO CONTROLE DE EROSÃO..... | 20 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 21 |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO..... | 21 |
| 4.1.1 Histórico da propriedade | 23 |
| 4.2 TÉCNICAS DE MONITORAMENTO | 24 |
| 4.2.1 Monitoramento pluviométrico | 25 |
| 4.2.2 Identificação e plantio da vegetação | 25 |
| 4.2.3 Instalação e monitoramento da erosão | 27 |
| 4.3 TÉCNICAS DE CONTROLE DA EROSÃO | 29 |
| 4.4 COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO | 31 |
| 4.4.1 Coletas de solo..... | 31 |
| 4.4.2 Método para coleta..... | 31 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 5.1 PRINCIPAIS PROCESSOS EROSIVOS IDENTIFICADOS NA PROPRIEDADE | 33 |
| 5.1.1 Erosão por salpico..... | 33 |
| 5.1.2 Erosão em lençol – erosão laminar..... | 34 |
| 5.1.3 Erosão em ravinas | 35 |
| 5.2 RESULTADO DA ANÁLISE CLIMÁTICA DE PRECIPITAÇÃO | 36 |
| 5.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DOS PONTOS DE MEDIÇÃO SEM AS BARREIRAS DE CONTENÇÃO | 37 |
| 5.3.1 Ponto 01 | 37 |
| 5.3.2 Ponto 02 | 38 |
| 5.3.3 Ponto 03 | 39 |
| 5.4 RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO | 40 |
| 5.4.1 Análise física (granulométrica)..... | 40 |
| 5.4.2 Testes físicos | 40 |
| 5.5 RESULTADOS DA ANÁLISE DOS PONTOS DE MEDIÇÃO COM AS MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DE EROÇÃO | 40 |
| 6. CONCLUSÕES | 42 |
| 7. CRONOGRAMA | 43 |
| 8. REFERÊNCIAS..... | 44 |
| APÊNDICE A | 48 |

1 INTRODUÇÃO

A erosão do solo tem sido reconhecida como o maior impacto na degradação de superfície em todo o mundo. Nas últimas décadas, pesquisas têm priorizado localizar os problemas de erosão na agricultura e assim, tentar contê-los. Isto se explica pelo aumento na preocupação dos locais impactados pela erosão do solo que podem ser combatidos contra a erosão (KRAUSE et al., 2003). Hoje em dia, é reconhecido que o aumento da exploração dos recursos naturais da terra nas parcelas mais elevadas do terreno resulta em um aumento na produção de sedimentos e elevado carregamento de nutrientes pelo escoamento, resultando em diminuição da qualidade da água e disponibilidade de uso aos que estão a jusante (WASSON et al., 2002).

Estudos recentes indicam que erosões por ravinas são normalmente a fonte principal de sedimentos. Ravinas têm sido negligenciadas pela dificuldade de estudar e prever seu acontecimento. Processos de formação de ravinas possuem uma natureza tridimensional afetada por uma ampla gama de fatores e processos. Embora ravinas são comumente desencadeada ou acelerada por mudança no uso da terra e também por extremos eventos climáticos, que muitas vezes resulta também de uma longa historia antecedente que não pode ser esquecida quando se tenta entender padrões de erosão espacial (CHAPLOT et al., 2005).

Além disso, muitas ravinas crescem rapidamente no início, adquirindo grandes proporções até uma escala de voçoroca. Aplicar técnicas de controle eficazes é uma tarefa difícil e cara, e esta é uma das razões que dificultam os estudos e modelagem de ravinas e voçorocas (THOMAS et al., 2004). Segundo Knapen e Poesen (2010), uma vez que uma ravina ou voçoroca é iniciada, a área transversal do canal de erosão vai depender da erodibilidade do solo e também das propriedades da primeira camada de solo abaixo da superfície, porém é possível prever as dimensões que a ravina pode tomar por meio de um estudo de uso do solo, práticas agrícolas utilizadas e condições meteorológicas.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar as possibilidades de estabilização e recuperação de ravina em propriedade particular no município de Pitangueiras, estado do Paraná, Brasil.

2.2 ESPECÍFICOS

- Investigar os processos erosivos na formação de ravinas e voçorocas.
- Identificar, monitorar, proteger e revitalizar a área de formação de ravina na Fazenda Santa Sofia.
- Avaliar as condições e propriedades do solo junto com o dimensionamento da ravina formada e recuperar a área de erosão tornando-a agricultável novamente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 IMPORTÂNCIA DO SOLO

O solo, biologicamente ativo, é o meio poroso que se desenvolveu na camada superior na crosta terrestre. O solo é um dos principais substratos da vida na Terra, servindo como reserva de água e nutrientes, como um meio de filtração e decomposição de resíduos orgânicos, e um importante participante na ciclagem no carbono e outros elementos através de um ecossistema global. O solo tem evoluído através de processos de intemperismo impulsionado por influências biológicas, climáticas, geológicas e topográficas (SPOSITO 2012).

Desde o surgimento da agricultura e da silvicultura, também surgiu a necessidade de uma prática consciente do uso e manejo do solo. Nos séculos 18 e 19, a Revolução Industrial trouxe uma grande pressão no uso do solo para a produção de matérias-primas demandadas pelas indústrias. O estudo do solo como uma matéria científica começou junto com a investigação sistemática de substâncias que melhoram o crescimento das plantas. Este inquérito inicial se expandiu para uma compreensão sobre os solos como sendo dinâmicos sistemas complexos, biogeoquímicos que são vitais para os ciclos da vida, vegetação terrestre e os micro-organismos que habitam o solo e se estendem até a raça humana.

As camadas do solo são chamadas de horizontes, e a sequência vertical completa dos horizontes forma o perfil do solo. Os horizontes do solo são definidos pelas características que refletem nos processos de formação do solo. Por exemplo, a camada superior do solo é a camada que contém a acumulação de húmus e da biomassa microbiana que estão misturados com pequenos grãos minerais formando as estruturas agregadas ao solo (SPOSITO 2012).

O tamanho das partículas do solo e as estruturas agregadas formam e afetam na capacidade do solo de transportar e reter água, ar e nutrientes. A porosidade reflete na capacidade do solo de conter ar e água, e a permeabilidade descreve a facilidade de transporte de fluidos e os seus componentes dissolvidos. A porosidade de

um horizonte aumenta à medida que a textura se torna mais fina, enquanto que a permeabilidade diminui à medida que o tamanho médio dos poros torna-se menor. Pequenos poros não só restringem a passagem da matéria, mas também colocam em estreita proximidade os locais de ligação química na superfície de partículas que pode retardar seu movimento. Argila e húmus afetam tanto a porosidade quanto a permeabilidade do solo, ligando os sedimentos do solo juntos em agregados, criando assim uma rede de poros maiores que facilitam o movimento da água (SPOSITO 2012).

3.2 SISTEMAS AGRÍCOLAS

A perda de solo pela erosão é vista como o maior desafio para a agricultura sustentável. Com o aumento do número de solos degradados, ameaça a produtividade da agricultura e da agroindústria, por isso, acaba minando o desenvolvimento socioeconômico. A erosão do solo é causada primeiramente por fluxos de água não reprimidos. A perda de nutrientes da primeira camada do solo diminui o crescimento das plantas e a produtividade do solo, pois o subsolo é geralmente menos fértil (ABDO et al., 2013).

A erosão de solo é sempre vista como a grande culpada na drástica redução da fertilidade do solo. Os resultados alarmantes em experimentos que tentam imitar as erosões por perda de camadas de solo evidenciam que a erosão gradual tem um efeito muito mais fraco na produtividade da cultura do que a remoção repentina de uma porção significativa do solo. No caso da erosão por voçorocas, normalmente os impactos imprescindíveis são muito mais sérios e rápidos (GOVERS et al., 2004).

A perda de solo drástica pelas voçorocas resulta em perda de terras disponíveis para serem cultivadas e um aumento no custo da mão de obra. Para combater as voçorocas, muitos cultivadores de arroz em terras alagadas preenchem as voçorocas com madeiras, entulhos e ervas daninhas. Isto acaba ajudando a limitar o crescimento de voçorocas já existentes (DE ROUW et al., 2003).

O desenvolvimento de voçorocas profundas e perpendiculares à linha de contorno também restringe na escolha pelos agricultores em decidir qual parcela e quão próximo das redondezas da voçoroca cultivar (PELLETREAU 2004). A degradação de terras agricultáveis ameaça o desenvolvimento da sustentabilidade e bem estar das pessoas que dependem da agricultura como meio de subsistência (PAGIOLA 1999).

3.3 PROCESSOS EROSIVOS

A erosão do solo é uma atividade mecânica que age tanto em superfície quanto em profundidade; sob determinadas condições físicas e considerando a variedade do tipo de solo, as ações catalisadoras do homem no manejo do solo são críticas. Em superfície, a erosão depende da ação das chuvas e do escoamento superficial pela água. Tal escoamento ocorre em função da declividade do terreno e das condições climáticas. O impacto das águas desagrega o solo em partículas mais finas capazes de serem arrastadas pela corrente. A desagregação e o carreamento para jusante são funções da intensidade da precipitação e da coesão do solo (MAGALHÃES 2001).

Tavares (2008) relata que dados do Banco Mundial apontam uma degradação dos solos agrícolas do mundo a uma taxa de 0,1% ao ano, informações estas que condizem com aquelas sinalizadas pela FAO, assinalando uma perda de cinco milhões de hectares de terras aráveis por ano devido a más práticas agrícolas, secas e pressão populacional, além de diversas ações antrópicas de exploração imprópria dos recursos naturais.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR 10703, a degradação do solo é estabelecida como sendo a “[...] alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais”. Já na Instrução Normativa nº. 04 de 13 de abril de 2011, áreas degradadas são consideradas toda “[...] área impossibilitada de retornar por uma trajetória natural, a um ecossistema que se

assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado”.

De acordo com Embrapa (2003), o uso do plantio direto não elimina a necessidade do plantio em nível e a construção de terraços. O terraço é utilizado para controlar o escoamento das águas pluviais, consiste em um canal (vala) e um camalhão (monte de terra), em nível ou desnível, e baseia-se no princípio da diminuição da rampa de escoamento. As dimensões e características construtivas dos terraços são determinadas por diversos fatores, como precipitação máxima diária, declividade da rampa, tipo e preparo do solo e tipo de cultivo e lavoura.

As etapas de construção dos terraços envolvem a demarcação das linhas básicas com o auxílio de aparelhos topográficos. Após a demarcação dessas linhas básicas, cujas distâncias devem ser estabelecidas por meio de cálculos baseados nas características do clima, do solo, do relevo e do sistema de produção, executa-se a implantação dos terraços e dos canais (EMBRAPA 2003).

3.4 PROCESSOS EROSIVOS NA FORMAÇÃO DE RAVINAS E VOÇOROCAS

No processo de degradação do solo por erosões, o impacto das gotas de chuvas é o primeiro agente de desagregação do solo. Gotículas de água se espalham e transportam sedimentos da mesma forma que águas correntes transportam sedimentos do solo. Quando o excesso de chuva se concentra, pequenos canais se formam por onde a água é transportada no solo. O fenômeno conhecido como ravina é a formação de canais pela variação da resistência natural do solo a erosão e através das pequenas variações na angulação e elevação do terreno (YADAV et al., 2001).

Guerra (1998) explica que a diferença entre esses processos refere-se ao caráter dimensional. “As ravinas são incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade. Acima desses valores, as incisões erosivas seriam denominadas de voçorocas.” A ocorrência destes processos erosivos está intimamente relacionada ao ambiente que a cerca, sobretudo o relevo, tipo de solo e cobertura vegetal.

Com o excesso de chuvas depois de levar em conta a interceptação, infiltração, depressão de abastecimento e carga de detenção, o fluxo da água se concentra em direção a regiões de menores elevações. Neste caminho por onde a água passa, se esculpem as ravinas. O fluxo de água através de um grande número de ravinas combinadas pode-se formar uma voçoroca. O fluxo de água de uma voçoroca pode ser distinguido de uma ravina pela intensidade, tamanho e sendo mais predominante em morros ou áreas com maior inclinação (YADAV e BHUSHAN 2002).

As voçorocas podem ser ramificadas, profundas, possuir paredes irregulares e apresentar o formato de "U" no seu perfil transversal. Este tipo de erosão é a mais complexa e destrutiva, sendo o resultado da ação combinada do escoamento superficial e subterrâneo que conduz a um desequilíbrio hidro-morfo-pedológico devido ao uso e ocupação inadequada do solo (ABDO et al., 2013).

Para amenizar a degradação encontrada, mostra-se imprescindível o uso de técnicas de manejo e conservação de solo, recomposição da cobertura vegetal e controle de processos erosivos, visando assegurar a readaptação do terreno das áreas alteradas assim como a redução dos efeitos dos agentes intempéricos e reestruturação do solo alterado. O acompanhamento, a fiscalização e a avaliação dos resultados da implantação de medidas de recuperação ambiental deverão ser aplicados de modo sistemático (DULTRA et al., 2009).

3.5 FUNÇÕES HIDROLÓGICAS

Voçorocas são geralmente culpadas por aumentar a drenagem de água e acelerar o processo de aridificação. Por exemplo, nas regiões altas e áridas de Negev, sul de Israel, os sulcos das voçorocas erodem sedimentos aluviais e de argila depositando-os ao longo de estreitos vales. Os campos agrícolas e a principal biomassa nativa dependem e limitam-se nestes vales estreitos. Estas voçorocas concentram a vazão da água em canais estreitos, prevenindo que a água de enchentes seja irrigada para todo o vale. A queda de eficiência na irrigação nos vales reflete em

80% na redução de biomassa e uma significativa perda no potencial agrícola da região (AVNI 2005).

O desenvolvimento de voçorocas provoca um aumento na drenagem da água, resultando em perda de umidade do solo acarretando em redução de produtividade agrícola. Porém, em muitos ambientes rochosos, o final das voçorocas é o principal transmissor das águas escoadas para as águas subterrâneas e lençóis freáticos, que pode ser um grande problema em regiões semiáridas (ESTEVES e LAPETITE 2003).

3.6 IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO

O solo sem a presença da vegetação fica exposto a processos erosivos. Quando ocorrem grandes precipitações por longos períodos de tempo, gera-se um grande fluxo de sedimentos que podem gerar sulcos, e a continuidade deste processo pode provocar o aprofundamento do solo, podendo-se chegar ao nível de uma voçoroca (GUIMARÃES et al., 2012).

Para a revegetação de áreas degradadas, incluindo as ravinas e voçorocas, pode-se utilizar uma vasta variedade de plantas, podendo ser nativas ou exóticas. Para definir o tipo de vegetação a ser utilizado, é importante considerar alguns fatores, destacando-se: vegetação predominante na matriz, presença de vegetação nativa na borda ou leito da voçoroca como também a presença de regeneração exótica (GUIMARÃES et al., 2012).

Na ausência de fragmentos de regeneração natural, as ações antrópicas se tornam necessárias para a introdução da vegetação no local. A introdução da vegetação pode ser feita com o plantio de mudas de espécies florestais nativas ou até mesmo através de semeadura de gramíneas exóticas que possuem capacidade de se desenvolver em solos pobres de nutrientes. A diferença entre utilizar gramíneas exóticas e espécies florestais nativas está relacionada com o objetivo de uso final da área. Se o objetivo é revitalizar a área para que retorne à sua característica original e função ecológica similar a um ecossistema natural, o uso de espécies nativas típicas

deve ser preconizado. Porém, se o objetivo é somente de conter a erosão, o uso de gramíneas é mais indicado, devido à velocidade do crescimento e adaptação do mesmo (POMPEIA 2005).

As raízes das plantas abrem poros entre as estruturas do solo, os quais servem como canais que permitem que a água passe facilmente. A estabilidade do solo aumenta com o teor de húmus, especialmente húmus que se origina a partir da vegetação gramínea. Para os solos que não são significativamente perturbados pelas atividades humanas, no entanto, o espaço poroso e as variedades de macroporos são mais importantes quanto a determinação da porosidade do que a textura do solo. Como regra geral, o tamanho médio dos poros diminui com certas práticas agrícolas e outros tipos de manejo pelo homem (SPOSITO 2012).

3.6.1 Enriquecimento de carbono e estabilização

A restauração da vegetação aumenta a estabilidade do solo degradado através do enriquecimento do carbono orgânico presente no solo. Combater este problema é muitas vezes possível através do plantio de vegetação lenhosa, particularmente leguminosas que podem melhorar a fertilidade do solo. Estas plantas enriquecem a quantidade de carbono presente do solo, subseqüentemente melhorando a estrutura do solo diretamente por proporcionar os estímulos biofísicos necessários para melhorar a agregação e estabilidade física (GEOBEL et al., 2005).

A melhora da estabilidade física do solo pode resultar de mudanças no comportamento hidrológico e mecânico. O principal mecanismo hidrológico contribuinte para a estabilização pode ser o aumento em compostos orgânicos hidrofóbicos que alteram as propriedades umectantes do solo (HALLET et al., 2001).

A restauração de solos degradados através da vegetação aumenta a repelência à água e a porosidade do solo. A repelência à água é melhorada devido ao aumento de agregados na superfície do solo devido ao acúmulo de carbono orgânico dissolvido através da decomposição da matéria orgânica (JASINSKA et al., 2006).

3.7 BIOENGENHARIA NO CONTROLE DE EROSÃO

A utilização de elementos biologicamente ativos em obras de estabilização de erosão e contenção de sedimentos é conhecida como bioengenharia. Contudo, também pode ser associada junto aos elementos inertes como, por exemplo, os polímeros, concreto, ligas metálicas e mantas biotêxteis (RIBEIRO et al., 2010).

São inúmeras as vantagens da bioengenharia no controle de erosão, por possuir um baixo custo de aplicação e manutenção, e não necessitar de habilidades técnicas avançadas, a adequação no uso ambiental da bioengenharia vem sendo utilizada vastamente, inclusive no controle de ravinas e voçorocas (PEREIRA e COELHO 2006).

Conforme Pereira (2006), biomantas podem ser utilizadas no controle de voçorocas, como também a hidrossemeadura, paliçadas e espécies que combatam os processos erosivos, como, por exemplo, o capim *Vetiver*, *Andropogon*, estilozantes, crotalaria, dentre outros.

No caso de interesse do proprietário em, além do controle da voçoroca, utilizar a área para produção, outros procedimentos devem ser adotados. O uso de paliçadas para controle de voçorocas é bastante comum, uma vez que consiste em uma prática física, utiliza estruturas artificiais para redução do escoamento da água, interceptando-a e fazendo com que não atinjam energia suficiente para ocasionar perda de solo acima dos limites toleráveis. Tendo em vista que as paliçadas não são necessariamente de estruturas artificiais, são indicadas também madeiras impermeáveis e bambus (PRUSKI et al., 2006).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na cidade de Pitangueiras, Paraná, Brasil (Figura 1), na Fazenda Santa Sofia 2, Estrada Icatu, Gleba Colônia Içara entre a latitude $23^{\circ}10'15.36''\text{S}$ e longitude $51^{\circ}32'39.27''\text{O}$ (Figura 2). Uma pequena parte da propriedade teve problemas no passado com a alta pluviosidade e o processo de formação de ravinas.

O círculo vermelho indica a localização da ravina (Figura 2), a Figura 3 demonstra as divisões dos talhões e as respectivas áreas, a Figura 4 representa a área de erosão por ravinamento.



Figura 1 – Localização da cidade de Pitangueiras no Paraná e Brasil.
Fonte: IBGE/2008.



Figura 2 - Imagem satélite da Fazenda Santa Sofia
Fonte: Google Earth.

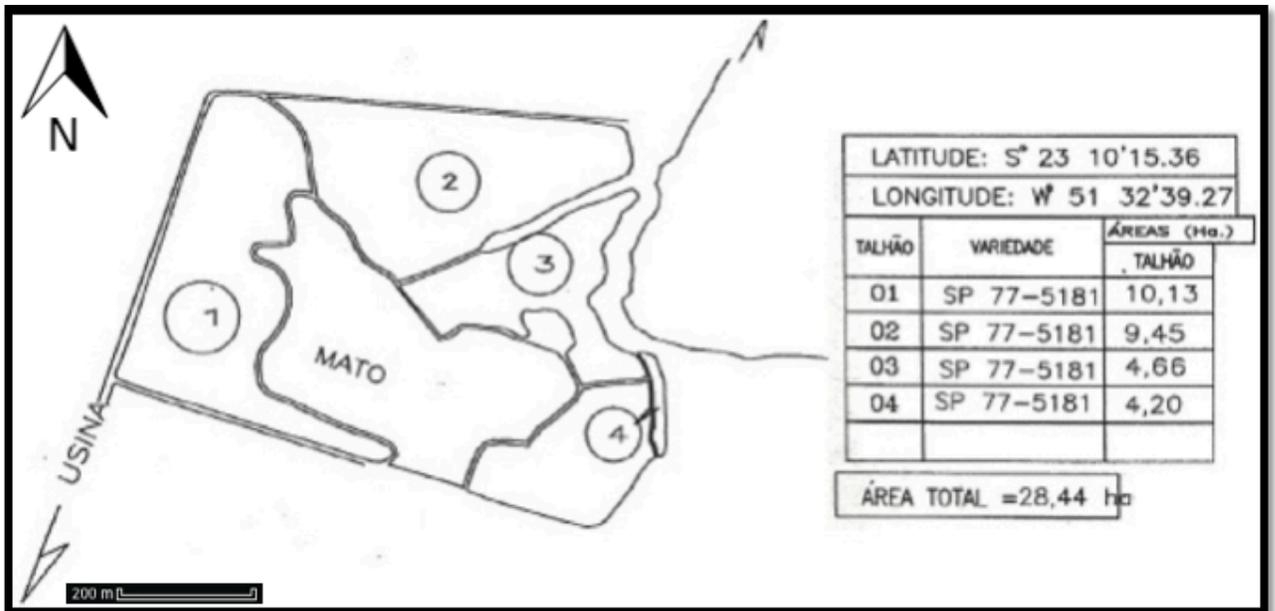


Figura 3 - Planta de onde se encontra a erosão, talhão 3.
Fonte: Autoria própria.



Figura 4 - Área de erosão por ravinamento.
Fonte: Autoria própria.

4.1.1 Histórico da propriedade

A Fazenda Santa Sofia durante os anos 80 e 90 produzia café como monocultura principal. No final da década de 90, foram erradicados todos os pés de café e a propriedade agrícola passou a cultivar soja como cultura de verão e milho ou trigo no inverno até o ano de 2006. Foi quando a propriedade voltou para a monocultura, porém com lavoura de cana-de-açúcar. Durante o período entressafra, queima e colheita manual e adubação, o solo fica exposto até o crescimento da cana-de-açúcar (Figura 5).

Devido à alta taxa pluviométrica da região junto ao período entressafra, ravinas começaram a se formar no talhão de número 3 (Figura 3). Medidas convencionais como canalização da água com tubulações e terraplanagem foram tomadas, as quais foram parcialmente bem sucedidas. No ano de 2013, a propriedade voltou às atividades de rotação de cultura com soja, milho ou trigo, porém, algumas ravinas ainda se mantiveram abertas das safras passadas de cana-de-açúcar.



Figura 5 - Exposição do solo após queimada e colheita manual de cana-de-açúcar.
Fonte: Autoria própria.

4.2 TÉCNICAS DE MONITORAMENTO

A primeira etapa desenvolvida foi a fase de levantamento de dados, que teve o objetivo de obter informações relacionadas ao histórico pluviométrico, identificação da vegetação predominante entorno da erosão, instalação das varas para o monitoramento da erosão.

4.2.1 Monitoramento Pluviométrico

O monitoramento pluviométrico foi realizado localmente com anotações diárias das precipitações ocorrentes na regiões de onde se encontra a ravina (Apêndice A). Foi utilizado um pluviômetro de formato cunha (Figura 6) com capacidade de 130 mm de precipitação com área de 15 cm²



**Figura 6 – Pluviômetro utilizado nas medições da precipitação.
Fonte: J.ProLab Ltda.**

4.2.2 Identificação e plantio da vegetação

A identificação da vegetação teve o propósito de identificar as espécies predominantes aonde foi determinado a necessidade do plantio de alguma leguminosa para ajudar no controle da erosão. No local da ravina, se encontram vários tipos de vegetação em toda sua margem, como cana-de-açúcar, capim brachiaria, grama tifton e

esmeralda e capim carrapicho. Porém, está desprovida de vegetação nas bordas e possui pouca vegetação no canal principal da ravina.

Foi plantado por semeadura aproximadamente 126 sementes da leguminosa Feijão Macarrão Rasteiro Napoli, sementes da FELTRIN Sementes Ltda (Figura 7). Para o plantio, sulcos foram feitos nas margens e áreas sem predominância de vegetação, colocando-se 10 a 15 sementes por metro de sulco, cobrindo e regando em seguida (Figura 8).



Figura 7 – Feijão Macarrão Rasteiro Napoli utilizado no plantio.
Fonte: Autoria Própria



**Figura 8 – Plantio nas áreas expostas.
Fonte: Autoria Própria**

4.2.3 Instalação e monitoramento da erosão

Segundo Guerra (2005), a coleta de dados sobre erosão dos solos pode ser obtida em laboratório ou diretamente no campo, dependendo dos objetivos da pesquisa. Para a obtenção mais realística dos dados as mensurações de campo são mais apropriadas, mas ao mesmo tempo podem ser mais difíceis de serem obtidas, em função das mudanças e interferências que ocorrem no campo.

Portanto, foram instaladas três varas (rosca de ferro 2/3”) de monitoramento em três pontos onde será possível entender como se dá a evolução da erosão no canal. Estas varas possuem um metro de altura, sendo que 40 centímetros ficam fincados no

solo e os outros 60 centímetros expostos, servindo de referência para monitorar a altura dos sedimentos nos pontos.

A Figura 9 representa os três pontos foram distribuídos em serie ao longo do canal, uma vara instalada na cabeceira da ravina (Ponto 01), e outras duas dentro da ravina, sendo uma entre as barreiras de contenção instaladas posteriormente (Ponto 02), e a terceira ao final do canal (Ponto 03). Assim, pode-se verificar a eficiência das barreiras de contenção. O monitoramento desses pontos foram feitos mensalmente ou após chuvas mais intensas que 40 mm.

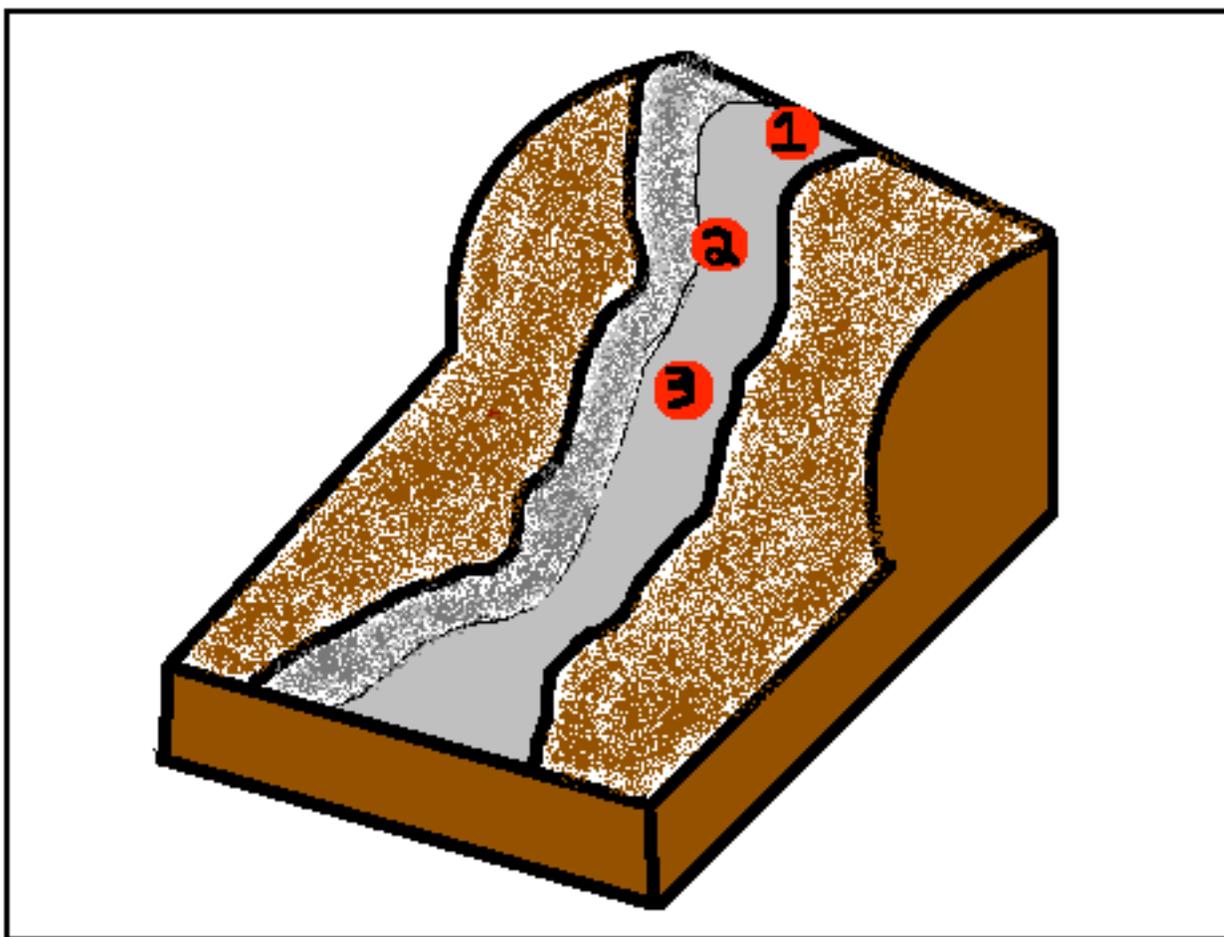


Figura 9 – Croqui e localização das varas de monitoramento.
Fonte: Autoria Própria

4.3 TÉCNICAS DE CONTROLE DA EROSÃO

Para construir as barreiras, foram utilizados materiais seguindo um critério de eficiência, acessibilidade e baixo custo, com a finalidade de facilitar a obtenção dos materiais e a construção (Tabela 1).

Tabela 1. Ferramentas e materiais utilizados na construção das barreiras.

| FERRAMENTAS: | QUANTIDADE: | PREÇO (R\$): |
|----------------------|-------------|-------------------|
| Facão | 1 unidade | 0,00 ^a |
| Enxada | 1 unidade | 0,00 ^a |
| Marreta | 1 unidade | 0,00 ^a |
| MATERIAIS: | DESCRIÇÃO: | PREÇO (R\$): |
| Bambu | 60 metros | 0,00 ^b |
| Arame | 2 metros | 3,00 |
| Roscas de ferro 2/3" | 3 unidades | 6,00 |
| Feltrin Sementes | 6 pacotes | 9,00 |
| Estacas de madeira | 6 unidades | 0,00 ^b |

^a Ferramentas que possuía ou foi possível obter sem custo (empréstimo).

^b Materiais extraídos da natureza.

A construção das barreiras de contenção de sedimentos foram feitas da seguinte maneira: em primeiro lugar, as barreiras foram selecionadas ao redor das margens da ravina para proteger e conter o crescimento da erosão. As Figuras 10 e 11 representam como era a erosão e como ficou após a instalação das barreiras. Esses critérios adotados possuem a finalidade de desenvolver um estreitamento do canal, o que facilita a construção das barreiras e diminui a distância entre uma margem a outra.



Figura 10 – Início da construção das barreiras de contenção.
Fonte: Autoria Própria



Figura 11 – Barreiras construídas e varas de monitoramento reinstaladas.
Fonte: Autoria Própria.

4.4 COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO

4.4.1 Coletas de solo

Foi coletado duas amostras compostas deformadas de solo, para cada amostra foram designados 5 pontos de coleta fora da área de ravinamento. A primeira amostra foi enviada para o Laboratório Rural de Maringá para análises físicas (granulométricas) (Apêndice A) e a segunda amostra coletadas foi utilizada para testes físicos (textura, plasticidade, característica do solo molhado e consistência do solo seco).

4.4.2 Método para coleta

Para a coleta das duas amostras compostas deformadas de solo foram adotadas as seguintes práticas:

1. Foi utilizado uma broca mecanizada de 5 cm de diâmetro, STIHL BT 45 mais um anel volumétrico de ferro onde o solo é armazenado depois de cada umas das cinco perfurações (Figura 12).
2. Após as cinco perfurações, o anel volumétrico possui aproximadamente 500 gramas de solo coletado.
3. O solo coletado foi armazenado em sacos plásticos, identificados e prontos para as análises laboratoriais (Figura 12).



Figura 12 – A esquerda, broca mecânica e anel volumétrico, a direita o solo coletado.
Fonte: Autoria Própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PRINCIPAIS PROCESSOS EROSIVOS IDENTIFICADOS NA PROPRIEDADE

5.1.1 Erosão por salpico

A alta pluviosidade da região norte do Paraná, e o solo desprovido de vegetação após a colheita da cana-de-açúcar foram propícios para a erosão por salpico. Segundo STIPP 2006, este processo de erosão é provocada pelas gotas da chuva, que ao baterem no solo desprotegido pela vegetação, quebram os agregados e arremessam partículas em varias direções (Figuras 13).

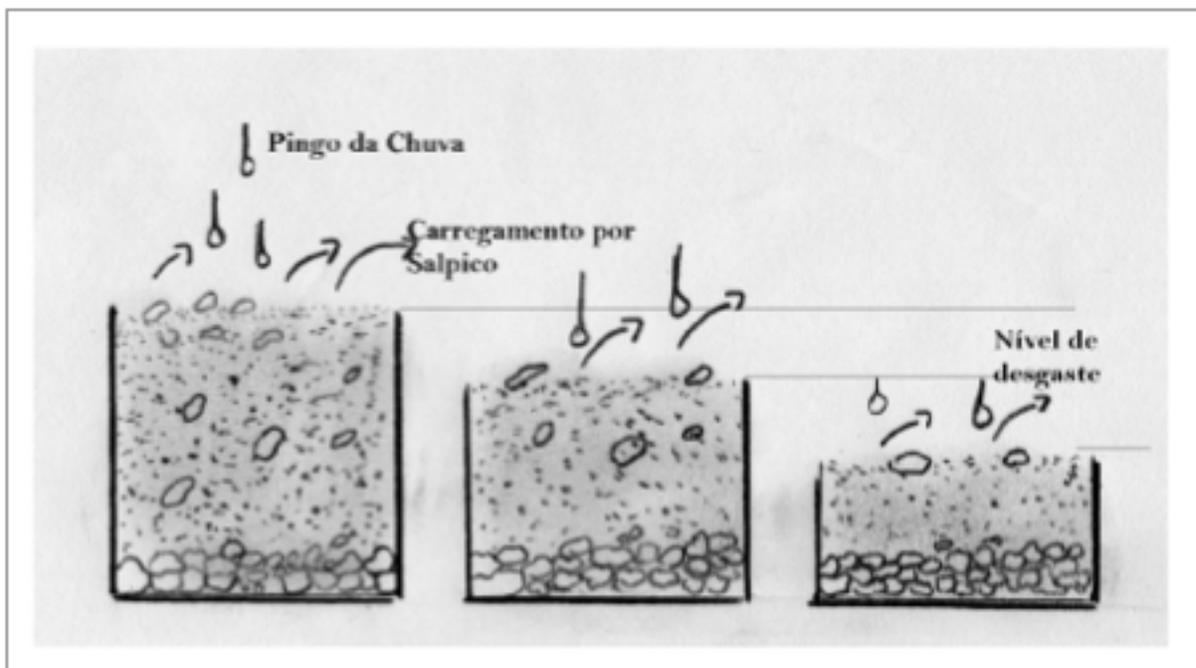


Figura 13 – Ilustração por erosão por salpico.
Fonte: STIPP, M.E.F., 2006.

5.1.2 Erosão em lençol – erosão laminar

Devido a inclinação do terreno no talhão de numero 3, exposição do solo e ausência de vegetação, a alta pluviosidade faz com que ocorra um escoamento difuso das águas, que ao se concentrar em sulcos, pode dar origem às ravinas, que podem evoluir para voçorocas (Figura 14) (STIPP 2006).

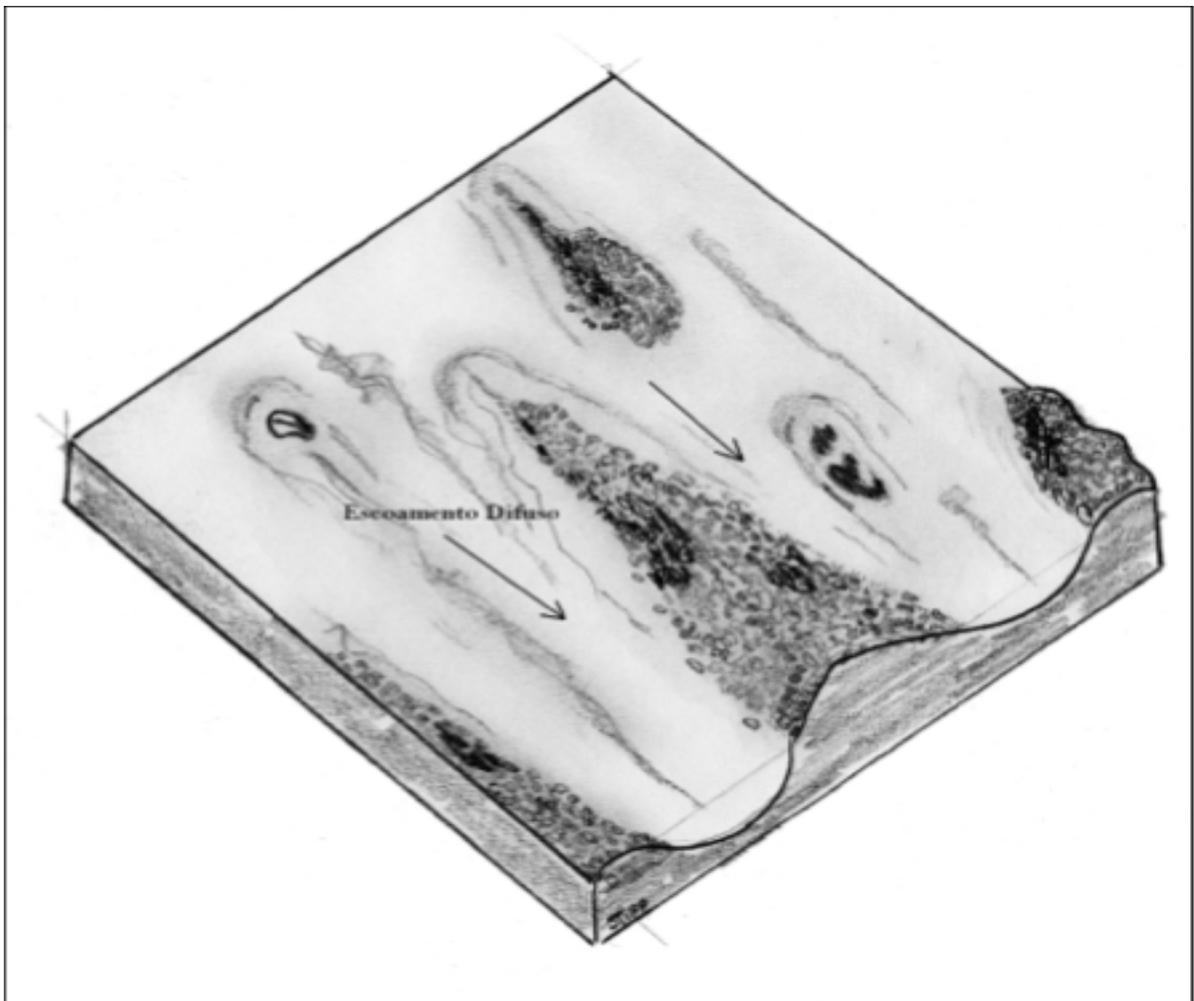


Figura 14 – Ilustração de erosão em lençol.
Fonte: STIPP, M.E.F., 2006.

5.1.3 Erosão em ravinas

Segundo STIPP 2006, a evolução do escoamento em lençol (difuso), para um escoamento concentrado em sulcos se denomina erosão em ravinas. A Figura 15 representa a ravina formada a partir da evolução das erosões por salpico combinadas com o escoamento em lençol.



**Figura 15 – Local e presença da ravina.
Fonte: Autoria Própria.**

5.2 RESULTADO DA ANÁLISE CLIMÁTICA DE PRECIPITAÇÃO

Como um dos principais causadores do processo de carreamento do solo (lixiviação) está relacionado com a quantidade de pluviosidade, procurou-se analisar o padrão de chuvas no período de janeiro de 2014 até Julho de 2014 (Figura 16), para se entender quanto de solo está sendo carreado a partir de precipitações no local da ravina.

Procedeu-se através dos dados coletados pelo pluviômetro instalado na propriedade onde encontra-se a ravina, todas precipitações eram anotadas diariamente (Apêndice A).

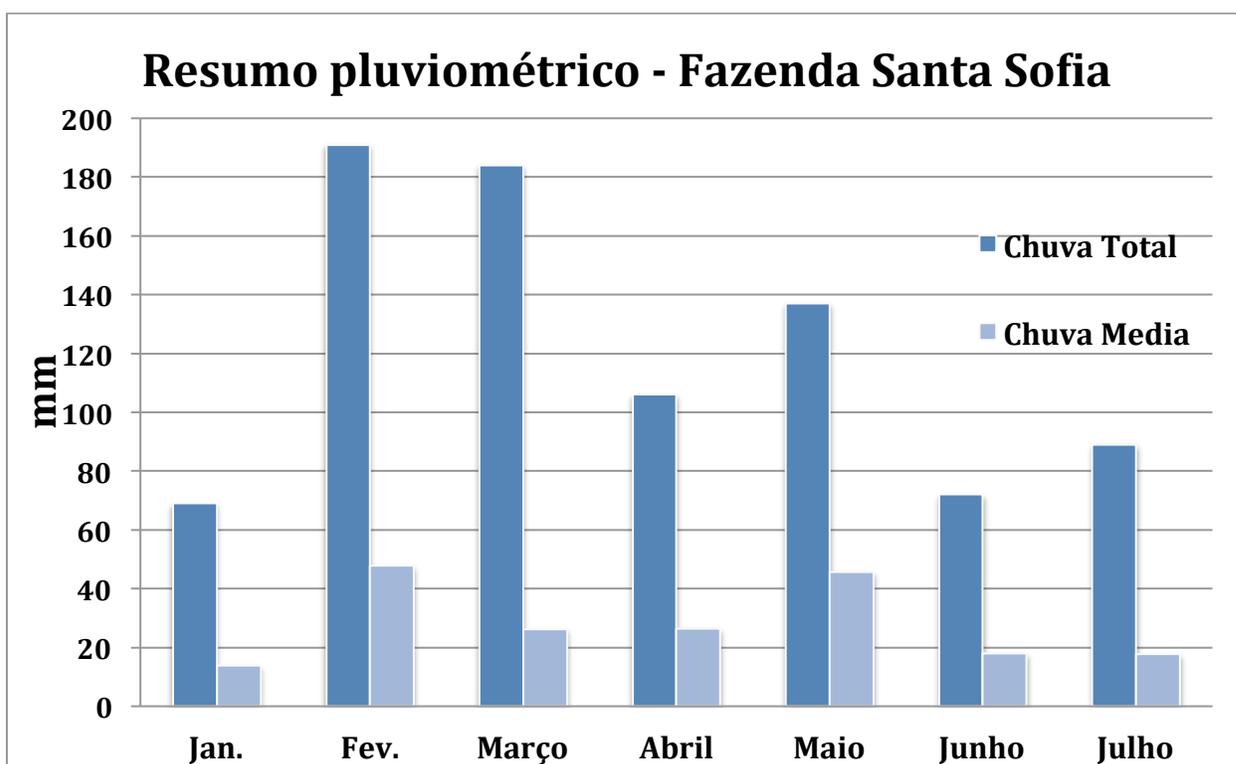


Figura 16 – Gráfico de resumo pluviométrico na Fazenda Santa Sofia II.

Fonte: Autoria Própria.

5.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DOS PONTOS DE MEDIÇÃO SEM AS BARREIRAS DE CONTENÇÃO

5.3.1 Ponto 01

O ponto 01 foi monitorado entre os meses janeiro de 2014 até julho de 2014, período que ocorreu carreamento total de 9 mm. O carreamento do solo só aconteceu a partir de precipitações maiores que 30 mm. As precipitações menores que 30 mm não possuíam força suficiente para carrear o solo. A Figura 17 apresenta as perdas de solo relacionadas com a precipitação.

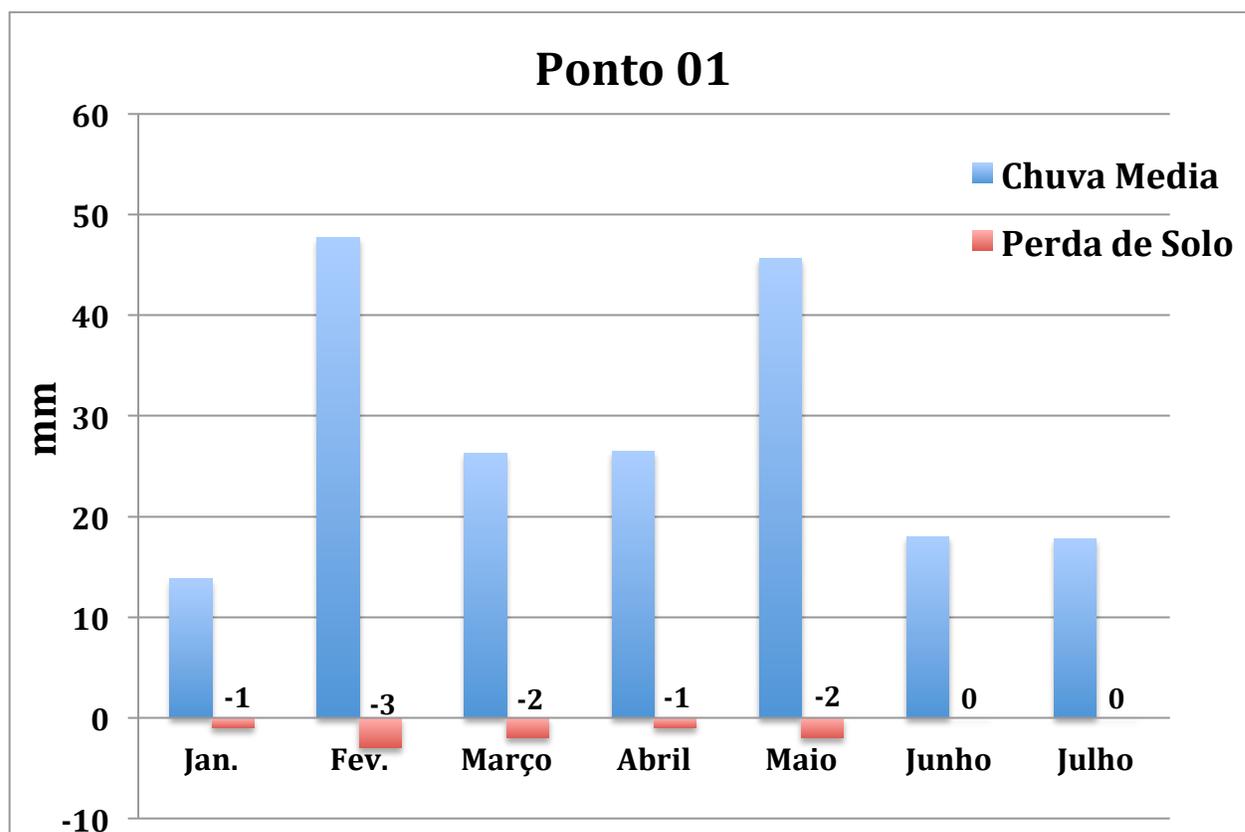


Figura 17 – Gráfico de média pluviométrica e perda de solo no ponto 01.

Fonte: Autoria Própria.

5.3.2 Ponto 02

O ponto 02 foi monitorado entre os meses janeiro de 2014 até julho de 2014, período que ocorreu carreamento total de 6 mm. O carreamento do solo só aconteceu a partir de precipitações maiores que 30 mm. As precipitações menores que 30 mm não possuíam força suficiente para carrear o solo. A Figura 18 apresenta as perdas de solo relacionadas com a precipitação.

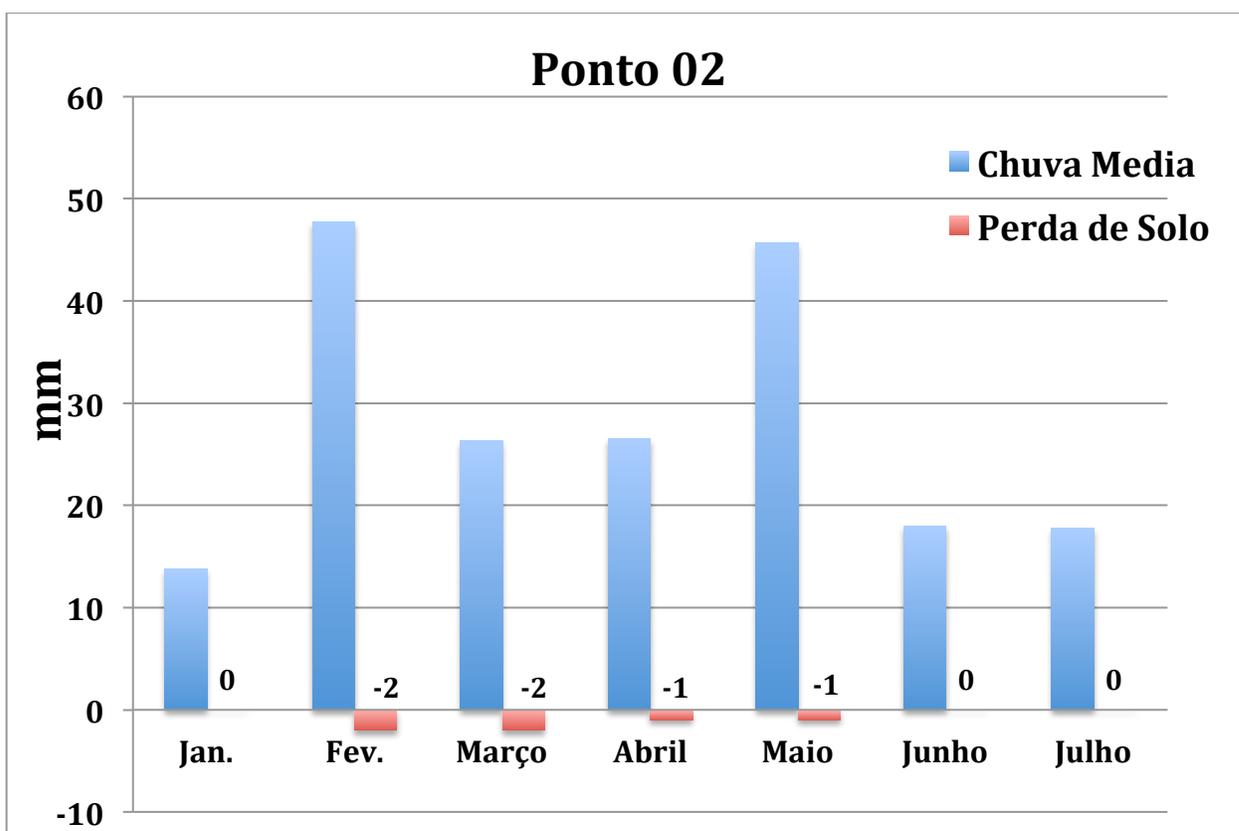


Figura 18 – Gráfico de média pluviométrica e perda de solo no ponto 02.

Fonte: Autoria Própria.

5.3.3 Ponto 03

O ponto 03 foi monitorado entre os meses janeiro de 2014 até julho de 2014, período que ocorreu carreamento total de 8 mm. O carreamento do solo só aconteceu a partir de precipitações maiores que 30 mm. As precipitações menores que 30 mm não possuíam força suficiente para carrear o solo. A Figura 19 apresenta as perdas de solo relacionadas com a precipitação.

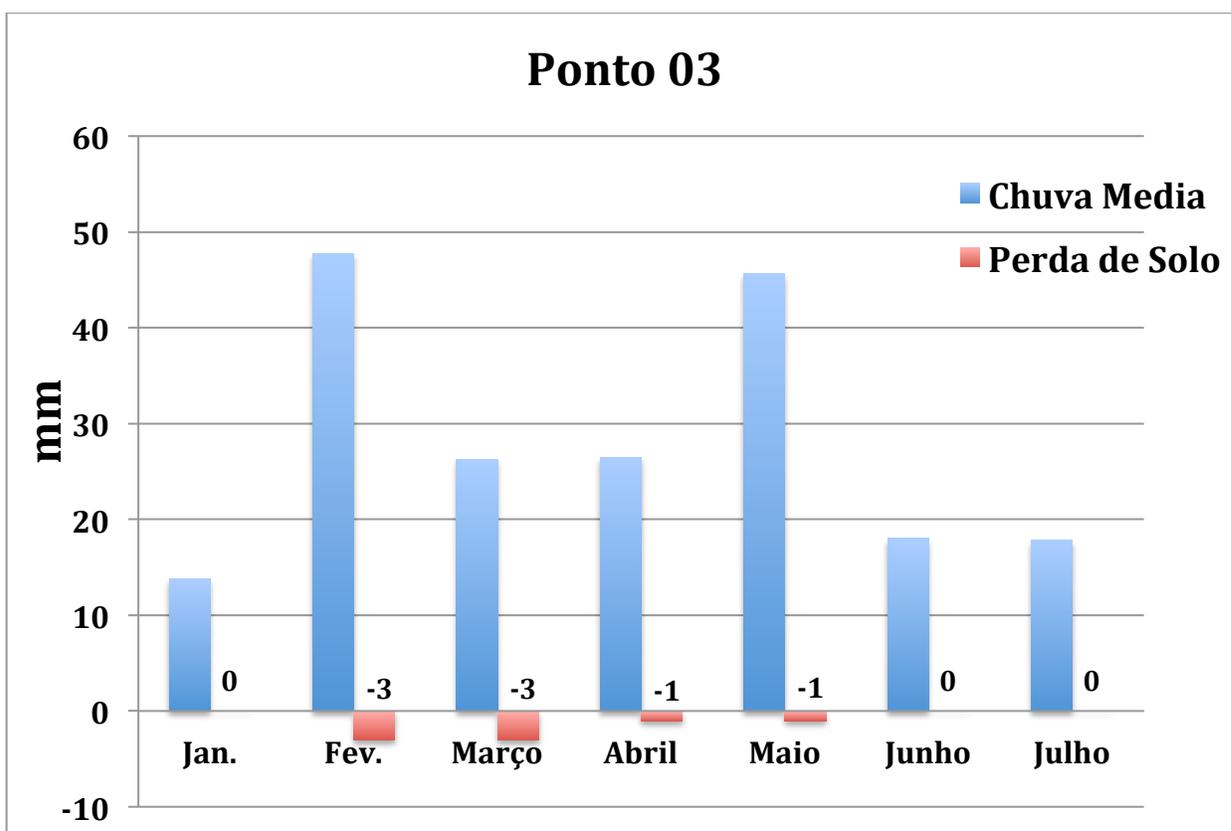


Figura 19 – Gráfico de média pluviométrica e perda de solo no ponto 03.

Fonte: Autoria Própria.

5.4 RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO

5.4.1 Análise física (granulométrica)

A pedido da análise física (granulométrica) foi feita através da Cooperativa Agroindustrial Nova Produtiva de Astorga, PR. E a análise pelo Laboratório Rural de Maringá com custo de apenas R\$ 40,00, isto se tornou possível pois o proprietário da Fazenda Santa Sofia II é cooperado com a Nova Produtiva. A Tabela 2 apresenta dos resultados da análise granulométrica.

Tabela 2. Resultado da análise granulométrica

| | Amostra no | Areia Grossa | Areia Fina | Total Areia | Silte | Argila |
|--|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------|---------------|
| % | 1 | 5 | 13 | 18 | 10 | 72 |
| Profundidade do solo das amostras: | <50 cm | | | | | |
| Especificação do Solo: | SOLO TIPO 3 | | | | | |
| Mudanças de textura do solo das amostras nos primeiros 50 cm: | NÃO OCORRE | | | | | |

5.4.2 Testes físicos

Os testes físicos realizados foram o teste de textura, plasticidade, características do solo molhado e consistência do solo seco. A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados para cada um destes testes. Que então, demonstram uma resistência natural eficiente do solo sobre efeitos erosivos de salpico e erosão de lençol. Sendo assim, um solo argiloso de textura média, muito plástico e levemente pegajoso de consistência dura.

Tabela 3. Resultado dos testes físicos de solo

| TESTE | RESULTADO |
|----------------------------------|--------------------|
| Textura | Textura Média |
| Plasticidade | Muito Plástico |
| Caract. Do Solo Molhado | Levemente Pegajoso |
| Consistência do Solo Seco | Dura |

5.5 RESULTADOS DA ANÁLISE DOS PONTOS DE MEDIÇÃO COM AS MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DE EROÇÃO

Após a instalação das barreiras de contenção e o plantio da leguminosa Feijão Macarrão Rasteiro Napoli, as varas de monitoramento foram reinstaladas na primeira semana de Junho, onde iniciou-se novamente o monitoramento da erosão. Durante o período de Junho até Julho de 2014, não foi detectado carreamento do solo, porém somente uma chuva igual a 30 mm ocorreu no local. Sem as técnicas de contenção, chuvas de 30 mm tinham quantidade suficiente de água para que a mesma corresse pelo canal principal da ravina.

6 CONCLUSÃO

Através da identificação dos processos erosivos que acontecem no local, foi possível analisar e entender como acontece a evolução do ravinamento a partir das precipitações no local. Chuvas mais intensas e maiores que 30 mm acumulavam água suficiente para que carresse água e solo dentro do canal em até 1 mm no dia.

A identificação física, estrutural e granulométrica do solo ajudou a compreender que este solo possui uma certa resistência natural contra erosão e que combinada com o método utilizado a erosão passou a ser controlada. O solo argiloso ajudou na germinação da leguminosa, a textura média, plasticidade, consistência do solo e a característica levemente pegajosa ajudou a fixar as barreiras às margens da ravina. Portanto não foi possível perceber perda de solo entre os espaços do bambu, pois o solo estava coberto de vegetação e também muito aderido ao bambu.

Nos estudos e práticas de controle de erosão é válido a utilização de materiais de baixo custo e fácil aquisição, pois torna-se uma prática de fácil construção e de grande importância ambiental.

7. CRONOGRAMA

As atividades do TCC estão organizadas conforme abaixo:

- a) Levantamento Bibliográfico
- b) Monitoramento pluviométrico
- c) Controle da erosão
- d) Coleta e análise de solo
- e) Monitoramento da erosão
- f) Entrega do TCC
- g) Apresentação a Banca
- h) Versão final do TCC

| ATIVIDADES | Jan/14 | | | | Fev/14 | | | | Mar/14 | | | | Abr/14 | | | | Mai/14 | | | | Jun/14 | | | | Jul/14 | | | |
|------------|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|
| | semana | | | | semana | | | | semana | | | | semana | | | | semana | | | | semana | | | | semana | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| a) | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | |
| c) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | |
| d) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| e) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | |
| f) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| g) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| h) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |

Quadro 1 – Cronograma de atividades

REFERÊNCIAS

- ABDO, M.T.V.N., VIEIRA, S.R., MARTINS, A.L.M., SILVEIRA, L.C.P. Gully Erosion Stabilization in a Highly Erodible Kandiuistalf Soil at Pindorama, São Paulo State, Brazil. **Ecological Restoration**, Volume 31, Number 3, September, pp. 246-249. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10703: **Degradação do Solo**. 1989. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/77129789/NBR-10703-1989-Degradacao-do-Solo>. Acesso em: 16/01/14.
- AVNI, Y. Gully incision as a key factor in desertification in an arid environment, the Negev highlands, Israel. **Catena** 63, 185– 220. 2005.
- BACELLAR, L.A.P., Leite, M.G.P., Murta, C.R. Artificial recharge to increase base flow in a small catchment, eastern Brazil. In: DILLON, P.J. (Ed.), **Management of Aquifer Recharge for Sustainability**. A.A. Balkema Publishers, Adelaide, pp. 357–360. 2002.
- BACELLAR, L.A.P., COELHO NETTO, A.L., LACERDA, W.A. Controlling factors of gully erosion in the Maracujá Catchment, southeastern Brazil. **Earth Surface Processes and Landforms** 30, 1369–1385. 2005.
- CHAPLOT, V., GIBOIRE, G., MARCHAND, P., VALENTIN, C. Dynamic modelling for linear erosion initiation and development under climate and land-use changes in northern Laos. **Catena** 63, 318– 328. 2005.
- DEERE, D.U., PATTON, F.D. Slope stability in residual soils. **Proc. IV Pan-American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**: Puerto Rico, vol. 1, pp. 87–168. 1971.
- DE ROUW, A., BARANGER, P., SOULILAD, B. Upland rice and Jobs' tear cultivation in slash and burn systems under very short fallow periods in Luang Prabang Province. **The Lao Journal of Agriculture and Forestry** 5, 1 –10. 2003.
- DULTRA, F. A.; SAMPAIO, J. A. B.; JUNIOR, A. T. A.; MATOS, M. C. L.; SANTOS, E. M.; LIMA, D. S. V.; CARVALHO, F. P. PRAD - **Plano de Recuperação da Área Degradada como condicionante da Implantação do Hospital do Subúrbio** - Salvador, Bahia. 2009.

EMBRAPA. **Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas. Rio Branco-AC:** Embrapa Meio Ambiente, 2003.

ESTEVES, M., LAPETITE, J. M. A multi-scale approach of runoff generation in a Sahelian gully catchment, a case study in Niger. **Catena** 50, 255–271. 2003.

GOEBEL, M.O., BACHMANN, J., WOCHE, S.K., FISCHER, W.R., 2005. Soil wettability, aggregate stability, and the decomposition of soil organic matter. *Geoderma* 128, 80–93.

GOVERS, G., POESEN, J., GOOSSENS, D., CHRISTENSEN, B.T. Soil erosion—processes, damages and countermeasures. In: SCHJONNING, P., ELMHOLT, S. (Eds.), **Managing Soil Quality, Challenges in Modern Agriculture**. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 199–217. 2004.

GUERRA, A.J.T. Experimentos e monitoramento em erosão dos solos. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005) 32-37.

GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. Processos erosivos nas encostas. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. 3 ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.149-209.

GUIMARÃES, J.C.C., ALMEIDA, W.F., PAIS, P.S.M., ANDRADE, M.L.C. Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de voçorocas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 8, N.14; p. 977. 2012

HALLETT, P.D., BAUMGARTL, T., YOUNG, I.M. Subcritical water repellency of aggregates from a range of soil management practices. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 65, 184–190. 2001.

JASINSKA, E., WETZEL, H., BAUMGARTL, T., HORN, R., 2006. Heterogeneity of physico-chemical properties in structured soils and its consequences. **Pedosphere** 16 (3), 284–296.

KNAPEN, A., POESEN, T. Soil erosion resistance effects on rill and gully initiation points and dimensions. **Earth Surf. Process. Landforms** 35, 217–228. 2010.

KRAUSE, A.K., FRANKS, S.W., KALMA, J.D., LOUGHRAN, R.J., ROWAN, J.S. Multi parameter fingerprinting of sediment deposition in a small gullied catchment in SE Australia. **Catena** 53 (4), 327– 348. 2003.

MAGALHÃES, R. A. **Erosão**: definições, tipos e formas de controle. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7. 2001, Goiânia.

PAGIOLA, S. **The global environmental benefits of land degradation control on agricultural land**: Global overlays program. Washington, D.C.: World Bank Environmental Paper 16. 1999.

PELLETREAU, A. Pricing soil degradation in uplands, the case of the Houay Pano catchment, Lao PDR. **Internship Report**. IRD-IWMI-NAFRI, Vientiane, Laos, pp. 64. append. 2004.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: Deflor Engenharia, 2006. 88 p.

PEREIRA, A. R. ; COELHO, A. T. **Efeitos da vegetação na estabilização de taludes e encostas**. Belo Horizonte: Deflor, 2006. 19 p.

POMPÉIA, S. Recuperação da vegetação na serra do mar em áreas afetadas pela poluição atmosférica de Cubatão: uma análise histórica. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. **Restauração florestal**: fundamentos e estudos de caso. Colombo: EMBRAPA FLORESTAS. 2005, p. 119-143, 2005.

PRUSKI, F. F.; GRIEBLER, N. P.; SILVA, J. M. A. Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. In: PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e da água**: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Viçosa: Editora UFV. p. 131-171, 2006.

RIBEIRO, L. F.; HOLANDA, F. S. R.; ARAUJO FILHO, R. N. Indicadores ambientais para estudo da contribuição da bioengenharia na sucessão ecológica da mata ciliar da margem direita do Rio São Francisco. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia. v.11, n. 35, p. 222-230, 2010.

SPOSITO, G. Soil, The Chemistry of Soil. University of California at Berkeley. **Encyclopedia Britannica**. 2012.

STIPP, M.E.F. **A ocupação do solo e a problemática da arenização em Paranavaí/Pr**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 2006.

THOMAS, J.T., IVERSON, N.R., BURKART, M.R., KRAMER, L.A. Long-term growth of a valley-bottom gully, western Iowa. **Earth Surface Processes and Landforms** 29, 995– 1009. 2004.

TAVARES, R. L. *et. al.*. **Curso de recuperação de áreas degradadas**: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.

YADAV, R.C., BHUSHAN, L.S. Conservation of gully susceptible riparian areas in the alluvial soil region. **Land. Degrad. Dev.** 13, 201-219. 2002.

YADAV, R.C., MURTHY, J.S.R., BHUSHAN, L.S. Practice for avoidance of land degradation by gully erosion. **ICAR News Lett.** January-March, 8-10. 2001

WASSON, R.J., CAITCHEON, G., MURRAY, A.S., MCCULLOCH, M., QUADE, J. Sourcing sediment using multiple tracers in the catchment of Lake Argyle, northwestern Australia. **Environmental Management** 29 (5), 634– 646. 2002.

APÊNDICE A

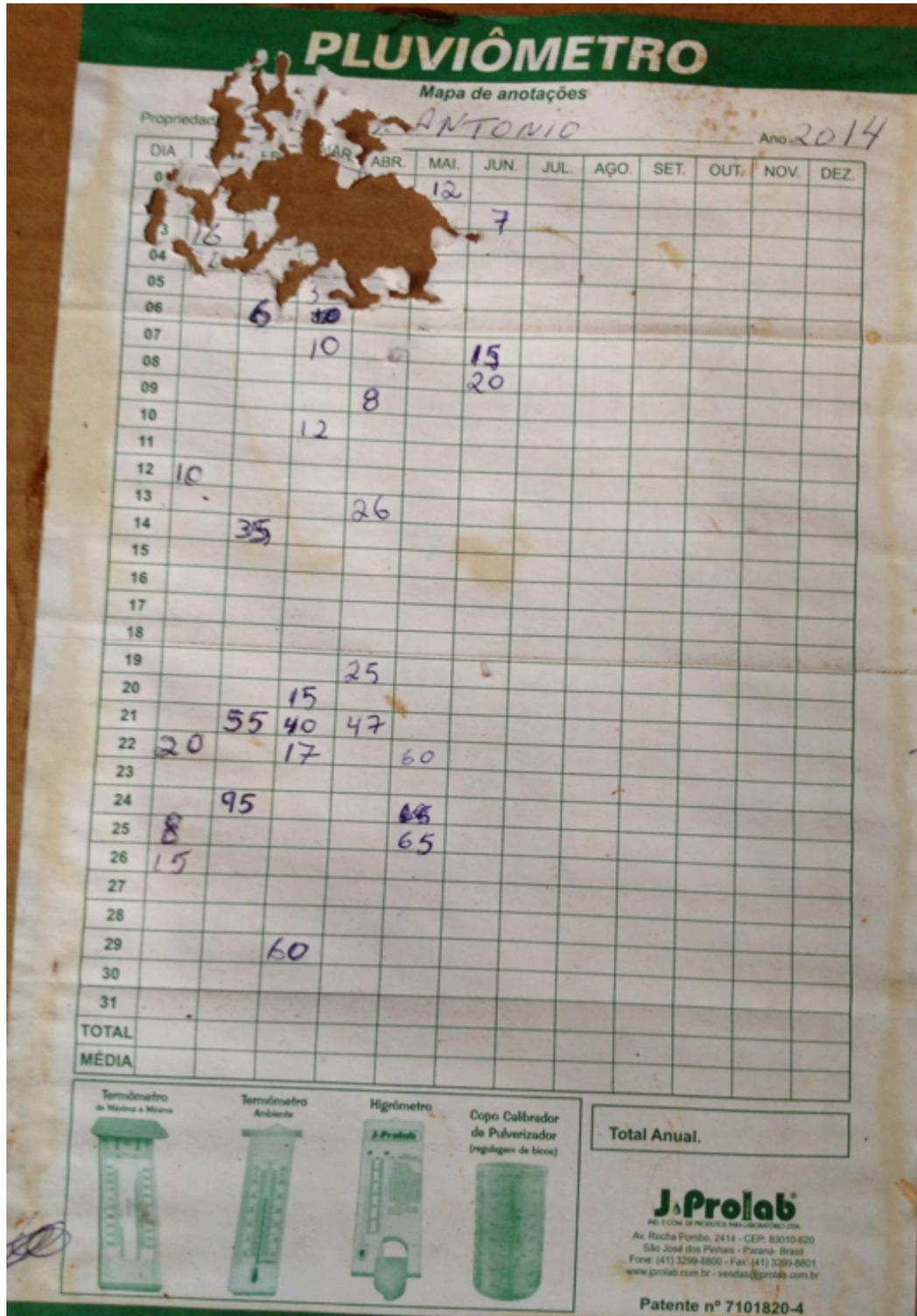


Figura 1. Mapa de anotações pluviométrica.



Laboratório Rural de Maringá

LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

PARQUE DE EXPOSIÇÕES FRANCISCO FEIO RIBEIRO
AV. COLOMBO, 2186 - FONE: (44) 3229-0499 - FAX: 3229-0379 - CEP 87045-000 - MARINGÁ/PR
e-mail: labrural@teracom.com.br - site: www.laboratoriorural.com.br
CNPJ 02.805.047/0001-58

SOLICITANTE: COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL NOVA PRODUTIVA
PROPRIETÁRIO: FERNANDO ANTONIO BURGO
PROPRIÉDADE: FAZENDA SANTA SOFIA II
MUNICÍPIO: PITANGUEIRAS ESTADO: PR
LOCALIDADE: PITANGUEIRAS
PROC. ANALÍTICO Nº: 1124 AMOSTRA Nº: 1 ENTRADA: 07/07/2014 SAÍDA: 11/07/2014
SEÇÃO Nº: 2081

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

| IDENTIFICAÇÃO | | % | | | | |
|---------------|------------|--------------|------------|-------------|-------|--------|
| SEÇÃO Nº | AMOSTRA Nº | AREIA GROSSA | AREIA FINA | TOTAL AREIA | SILTE | ARGILA |
| 2081 | 1 | 5,00 | 13,00 | 18,00 | 10,00 | 72,00 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

INFORMAÇÕES A CARGO DO CLIENTE

| IDENTIFICAÇÃO | | PROFUNDIDADE DO SOLO DAS AMOSTRAS | | | MUDANÇAS DE TEXTURA DO SOLO DAS AMOSTRAS NOS PRIMEIROS 50 cm | |
|---------------|------------|-----------------------------------|---------|---------|--|------------|
| SEÇÃO Nº | AMOSTRA Nº | < 50 cm | = 50 cm | > 50 cm | OCORRE | NÃO OCORRE |
| 2081 | 1 | X | | | | X |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| IDENTIFICAÇÃO | | ESPECIFICAÇÃO DO SOLO |
|---------------|------------|-----------------------|
| SEÇÃO Nº | AMOSTRA Nº | |
| 2081 | 1 | SOLO TIPO 3 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

OBSERVAÇÃO:


Magda A. Araújo Moreira Preis
Engenheira Agrônoma
CREA-PR 19750-D

Figura 2. Resultado da análise de solo.