

Universidade Estadual Paulista – UNESP

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus Presidente Prudente

Leandro Tetsuo Ogassawara Takata

Rodrigo Yuite Nakamura

**Aplicação de Técnicas Alternativas para Recuperação de Foco Erosivo  
em Área Rural Situada no Município de Álvares Machado – SP**

Presidente Prudente

2012

Leandro Tetsuo Ogassawara Takata

Rodrigo Yuite Nakamura

**Aplicação de Técnicas Alternativas para Recuperação de Foco Erosivo  
em Área Rural Situada no Município de Álvares Machado – SP**

Trabalho de Graduação para obtenção do título  
de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues  
Nunes

Presidente Prudente

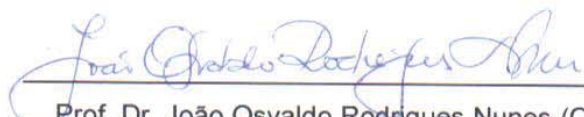
2012

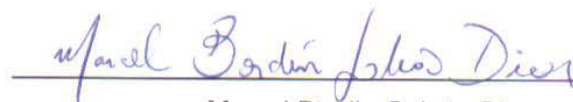
## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Leandro Tetsuo Ogassawara Takata e Rodrigo Yuite Nakamura

### **"APLICAÇÃO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA RECUPERAÇÃO DE FOCO EROSIVO EM ÁREA RURAL SITUADA NO MUNICÍPIO DE ÁLVARES MACHADO-SP"**

Trabalho de graduação aprovado como um dos requisitos parciais para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Faculdade de Ciências e Tecnologia, *campus* de Presidente Prudente – SP, pela seguinte banca examinadora:

  
Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes (Orientador)

  
Marcel Bordin Galvão Dias

  
Profa. Dra. Renata Ribeiro de Araújo

Presidente Prudente, 21 de novembro de 2012.

## AGRADECIMENTOS

A realização do presente estudo requereu além do preparo físico, muito preparo psicológico e muito apoio por parte dos familiares e amigos para que nunca esquecêssemos a real importância da aplicação desse nosso objetivo de trabalho e o mais importante: que a quase totalidade da obtenção dos dados e trabalhos de campo foram realizados, na maioria das vezes, por apenas quatro mãos. Agradecemos:

Primeiramente a Deus, por ter abençoado toda a sequência das etapas deste trabalho e aos pais da família Nakamura: Marta Massako Iwasaki Nakamura, Terson Isamu Nakamura (*in memoriam*) e aos pais da família Takata: Mário Nobushiro Takata e Dirce Fumie Ogassawara Takata, pois sem a educação e amor que nos deram, não seríamos o que somos hoje. Muito obrigado pelo apoio e incentivo, agradecemos do fundo do coração.

Ao Sr. Mário Yoite Ogassawara e esposa, Fugiko Okumura Ogassawara, “diichan” e “baachan” do Tetsuo, que concederam total liberdade para uso da área de estudo, pelos cafés da manhã, almoços e cafés da tarde.

Ao João Osvaldo que sempre nos motivou e nos mostrou a importância desse trabalho, além de todas as lições de vida e orientações.

Aos nossos amigos que muito ajudaram em campo, no dia em que abrimos a trincheira e estruturamos as barreiras de bambu, – Christian Yudi Takata (irmão do Tetsuo), Gabriel Chaim Pinto Portas, Renata Severiano e Renata Rafaell – durante o plantio das mudas – Andréia Vanessa Stocco Ortolan, novamente o Christian, Leonardo Henrique Turri, Lívia de Souza Gato e Marina Mika Takano Masunari – e pelas viagens à Assis para buscar mais mudas e devolver os tubetes – Selma Mitiko Sato Murakami.

Eu (Tetsuo) gostaria de agradecer a Larissa Yuka Nagai, minha namorada, pela paciência, amor e carinho. Por sempre me ouvir e incentivar. Obrigado por estar ao meu lado! Também gostaria de agradecer a sua família, Missae, Luiz, Yoshio e Yuri. Muito obrigado!

Aos amigos do Seinenkai de Álvares Machado e do Seinenkai da Seicho-no-Ie de Presidente Prudente, pela amizade e incentivos.

Ao Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos da Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT-UNESP) de Presidente Prudente, coordenado pelo professor João Osvaldo Rodrigues Nunes, no qual teve a ajuda da auxiliar técnica administrativa Denise Jerônimo, que me deu toda a liberdade e orientação para manusearmos corretamente os equipamentos, a fim de obter dados físicos do solo referente à nossa área de estudo.

À Duke Energy e à Flora Vale pela doação das mudas nativas.

Ao Professor José Tadeu Tommaselli por disponibilizar os dados da Estação Meteorológica da Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT-UNESP).

À Coordenação do Curso, em nome da Prof. Maria Cristina Rizk, pela paciência e dedicação.

Ao Marcos Deltrejo, da Seção Técnica de Graduação pela compreensão e paciência.

Ao Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial (GADIS), em nome do responsável Rafael Silva por todo apoio de bases cartográficas.

## EPÍGRAFE

*“O tamanho do nosso esforço representa o quão grande são nossos sonhos e objetivos”.*

*(Rodrigo Yuite Nakamura)*

## RESUMO

Práticas conservacionistas de manuseio do solo quando não aplicadas de modo correto, causam problemas em nível de estrutura, coesão e fertilidade nos solos, bem como a falta de disponibilidade de água. O presente trabalho, realizado em propriedade rural localizada no município de Álvares Machado, identificou que a maior parte das áreas são destinadas para uso das atividades de pecuária de corte e leite e de agricultura de subsistência que, historicamente, além de retirar a flora nativa, geraram problemas como compactação e o aumento da exposição do solo aos agentes climáticos, gerando um sério quadro de problemas erosivos. No caso da água proveniente das chuvas, em solos descobertos, ocasiona o efeito *splash* e, por conseguinte, quando torna-se enxurrada, carrega as partículas desprendidas principalmente para as áreas de várzeas. Sem a cobertura vegetal, principalmente de exemplares arbóreos ou arbustivos, a velocidade do escoamento superficial aumenta, dando início ao surgimento de sulcos, que consequentemente podem vir a se tornar um processo erosivo do tipo ravina e voçoroca, que deixa inválida toda a área em seu entorno. Especificamente na área de estudo, formaram-se sulcos e ravinas, no qual foram realizadas coletas de amostras de solos para realização de análises físicas (granulometria e fracionamento) e químicas (fertilidade básica), a fim de auxiliar na aplicação de técnicas alternativas de Bioengenharia, utilizando como materiais bambus trançados e sacos de rafia. Além disto, foi realizado o plantio de 570 mudas nativas. Identificou-se que os solos apresentam uma predominância de classe textural arenosa, com elevada acidez, no qual foi preciso realizar a correção utilizando adubos orgânicos e inorgânicos (N-P-K), para a realização do plantio das mudas nativas. Os barramento de bambus auxiliaram na estabilização do foco erosivo, não ocorrendo aumento. Assim, é preciso fazer uma ressalva sobre esses meios de recuperação da função ambiental da área, já que a melhor alternativa é a adoção de práticas conservacionistas de uso do solo como forma preventiva frente à degradação.

**Palavras-chave:** Práticas conservacionistas. Solo. Bioengenharia. Recuperação da função ambiental.

## ABSTRACT

When handling soil conservation practices isn't applied correctly, they cause problems at the level of structure, cohesion and fertility in soils and lack of water availability. In the case of this monograph, conducted in a rural property located at Álvares Machado City, identified that most areas are intended for use activities of beef cattle and dairy and subsistence agriculture, which historically addition to withdraw native flora, resulting in problems such as compaction and increase soil exposure to climatic agents, generating a serious frame of erosion problems. In the case of water from rainfall, the soil exposed, causes the "splash" effect and therefore when it becomes runoff carries the spalled particles mainly for low land areas. Without the vegetation, especially trees or shrubs species, the velocity of runoff increases, initiating the appearance of furrows, which consequently may become a kind of ravine erosion and gully, which makes invalid any area in your surroundings. Specifically in the study area, formed ridges and ravines, where collections were made of soil samples for analyzes physical (grain size and fractionation) and chemical (basic fertility), to assist in the implementation of alternative techniques of Bioengineering using materials like bamboo and braided raffia bags. Moreover, it was planted 570 native seedlings. It was found that the soils show a predominance of sandy texture class, with high acidity, which was necessary to make the correction using organic and inorganic fertilizers (NPK), to carry out the planting of native seedlings. The bamboos barrier, helped in stabilizing the erosion focus, not occurring increase. Thus, we must make a caveat about these recovery means the environmental function area, as the best alternative is and always will be the adoption of conservation practices, land use as a preventive against the degradation.

**Keywords:** Conservation practices. Soil. Bioengineering. Recovery of environmental function.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Localização da área de estudo do município de Álvares Machado-SP.....                                                                            | 14 |
| Figura 2. Localização do município de Álvares Machado no Bioma Mata Atlântica no Oeste do Estado de São Paulo.....                                         | 23 |
| Figura 3. Localização do município de Álvares Machado nas formações florestais no Oeste do Estado de São Paulo.....                                        | 24 |
| Figura 4. Localização da área de estudo em relação à hidrografia.....                                                                                      | 25 |
| Figura 5. Climograma da cidade de Presidente Prudente.....                                                                                                 | 26 |
| Figura 6. Mapa de uso e ocupação e cobertura vegetal.....                                                                                                  | 28 |
| Figura 7. Organograma das atividades realizadas.....                                                                                                       | 29 |
| Figura 8. Corte de colmos de bambus conforme a largura do foco erosivo.....                                                                                | 30 |
| Figura 9. Corte na parede da erosão, utilizando enxadão e cavadeira.....                                                                                   | 30 |
| Figura 10. Detalhe do corte na parede da erosão, para encaixe dos colmos principais de bambu.....                                                          | 30 |
| Figura 11. Encaixe dos colmos de bambu na parede da erosão.....                                                                                            | 30 |
| Figura 12. Detalhe do empilhamento dos colmos de bambus da parede da erosão....                                                                            | 30 |
| Figura 13. Amarração dos colmos de bambu com uso de arame liso.....                                                                                        | 30 |
| Figura 14. Detalhe final da montagem das barreiras de contenção a montante dos focos erosivos.....                                                         | 31 |
| Figura 15. Transporte dos sacos de ráfia com solos da própria área de estudo.....                                                                          | 32 |
| Figura 16. Disposição dos sacos de ráfia à montante da barreira de contensão na erosão 1.....                                                              | 32 |
| Figura 17. Disposição dos sacos de ráfia à montante da barreira de contensão na erosão 2.....                                                              | 32 |
| Figura 18. Disposição dos sacos de ráfia na alcova de regressão provocada pelo escoamento superficial a montante da barreira de contensão na erosão 2..... | 32 |
| Figura 19. Vista da disposição final dos sacos de ráfia a montante das barreiras 1 e 2 e na cava erodida.....                                              | 32 |
| Figura 20. Localização das barreiras e da cava na área de estudo.....                                                                                      | 33 |
| Figura 21. Retirada das amostras de material sedimentar da trincheira, para análise física (textura e fracionamento).....                                  | 34 |

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 22. Amostras de solo armazenadas em sacos plásticos etiquetados.....                                                                          | 35 |
| Figura 23. Localização da trincheira.....                                                                                                            | 35 |
| Figura 24. Amostras secando ao ar.....                                                                                                               | 36 |
| Figura 25. Destorroamento das amostras de solo.....                                                                                                  | 37 |
| Figura 26. Separação das amostras em erlenmeyers com tréplica.....                                                                                   | 37 |
| Figura 27. Pesagem de 10g de amostra para cada erlenmeyer.....                                                                                       | 38 |
| Figura 28. Disposição dos erlenmeyers na mesa vibratória.....                                                                                        | 38 |
| Figura 29. Pesagem e identificação das Placas de Petri e Béqueres.....                                                                               | 39 |
| Figura 30. Lavagem da fração de areia de cada amostra na peneira.....                                                                                | 40 |
| Figura 31. Amostras secas de areia.....                                                                                                              | 41 |
| Figura 32. Provetas com solução de silte e argila.....                                                                                               | 41 |
| Figura 33. Pipetagem da argila da solução da proveta.....                                                                                            | 43 |
| Figura 34. Diagrama Triangular proposto pelo United States Department of Agriculture (USDA).....                                                     | 44 |
| Figura 35. Placas de Petri com areia para fracionamento.....                                                                                         | 45 |
| Figura 36. Fracionador montado com o conjunto de peneiras de cima para baixo com as frações de 2,0 mm, 1,0 mm, 0,5mm, 0,25mm, 0,125mm e 0,053mm..... | 46 |
| Figura 37. Inclusão da amostra de areia no fracionador.....                                                                                          | 47 |
| Figura 38. Retirada da amostra das respectivas peneiras.....                                                                                         | 48 |
| Figura 39. Transferência da amostra para a Placa de Petri.....                                                                                       | 48 |
| Figura 40. Localização dos pontos de amostragem na área de estudo.....                                                                               | 50 |
| Figura 41. Resultado da análise química. Fonte: Laboratório de Solos da UNOEST.....                                                                  | 51 |
| Figura 42. Cercamento.....                                                                                                                           | 52 |
| Figura 43. Junção da antiga cerca com a nova cerca.....                                                                                              | 53 |
| Figura 44. Área com a presença da gramínea alta.....                                                                                                 | 53 |
| Figura 45. Vista da área após roçagem.....                                                                                                           | 53 |
| Figura 46. Disposição das mudas.....                                                                                                                 | 54 |
| Figura 47. Abertura da área de coroamento.....                                                                                                       | 55 |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 48. Agitação manual para mistura do pó de hidrogel com água.....                  | 56 |
| Figura 49. Muda retirada do tubete.....                                                  | 59 |
| Figura 50. Inserção da muda na cova.....                                                 | 59 |
| Figura 51. Acomodação de adubo e hidrogel na região basal da cova e da muda....          | 59 |
| Figura 52. Preenchimento da cova com solo local e polvilhamento de adubo inorgânico..... | 60 |
| Figura 53. Cobertura da cova com grama seca proveniente de roçada.....                   | 60 |
| Figura 54. Irrigação realizada com auxílio de tanque de água.....                        | 61 |
| Figura 55. Presença de outros tipos vegetais competindo por nutrientes.....              | 62 |
| Figura 56. Capinando coroamento.....                                                     | 62 |
| Figura 57. Muda e coroamento após a capina.....                                          | 62 |
| Figura 58. Mapa hipsométrico com a localização da área de estudo.....                    | 65 |
| Figura 59. Mapa clinográfico com a localização da área de estudo.....                    | 66 |
| Figura 60. Perfil A - B do terreno obtido através do software Google Earth 2012....      | 67 |
| Figura 61. Gráfico comparativo entre pH ideal (pH = 6,0 adotado) e pH das amostras.....  | 69 |
| Figura 62. Proposta do PRAD.....                                                         | 72 |
| Figura 63. Muda que não vingou.....                                                      | 74 |
| Figura 64. Mudanças que estão brotando novamente.....                                    | 74 |
| Figura 65. Análise temporal das mudas que vingaram.....                                  | 75 |
| Figura 66. Análise temporal das mudas que vingaram.....                                  | 75 |
| Figura 67. Análise temporal das mudas que vingaram.....                                  | 76 |
| Figura 68. Mudanças que vingaram.....                                                    | 76 |
| Figura 69. Análise temporal da barreira 1.....                                           | 77 |
| Figura 70. Análise temporal da barreira 2.....                                           | 77 |
| Figura 71. Análise temporal da cava.....                                                 | 78 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Área de Preservação Permanente em curso d'água de áreas rurais consolidadas.....                      | 17 |
| Tabela 2. Área de Preservação Permanente em torno de nascentes em áreas rurais consolidadas.....                | 17 |
| Tabela 3. Coordenadas geográficas dos pontos principais para controle da erosão.....                            | 33 |
| Tabela 4. Coordenada da trincheira para amostragem do solo para análises físicas.....                           | 35 |
| Tabela 5. Tempo de sedimentação para a pipetagem.....                                                           | 42 |
| Tabela 6. Classificação da fração de areia de acordo com a abertura das peneiras utilizadas no fracionador..... | 45 |
| Tabela 7. Coordenadas dos locais de amostragem do solo para análise química.....                                | 49 |
| Tabela 8. Lista de espécies das mudas doadas.....                                                               | 56 |
| Tabela 9. Classe textural das amostras.....                                                                     | 68 |
| Tabela 10. Fracionamento da areia.....                                                                          | 69 |

## Sumário

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução.....                                                  | 13 |
| 2. Objetivos .....                                                  | 15 |
| 2.1. Geral .....                                                    | 15 |
| 2.2. Específico .....                                               | 15 |
| Capítulo 1 .....                                                    | 16 |
| 3. Recuperação de Áreas Degradadas .....                            | 16 |
| 3.1. Bioengenharia .....                                            | 18 |
| Capítulo 2 .....                                                    | 21 |
| 4. Caracterização da Área de Estudo.....                            | 21 |
| 5. Elaboração da proposta do PRAD.....                              | 29 |
| 6. Procedimentos Metodológicos .....                                | 30 |
| 6.1. Bioengenharia – Barreira física .....                          | 30 |
| 6.2. Caracterização do solo .....                                   | 34 |
| 6.2.1. Caracterização física (granulometria e fracionamento) .....  | 34 |
| 6.2.2. Caracterização química.....                                  | 49 |
| 6.3. Recuperação Florestal.....                                     | 52 |
| 6.3.1. Cercamento .....                                             | 52 |
| 6.3.2. Limpeza do terreno .....                                     | 53 |
| 6.3.3. Abertura das covas.....                                      | 54 |
| 6.3.4. Coroamento.....                                              | 54 |
| 6.3.5. Adubação .....                                               | 55 |
| 6.3.6. Escolha das espécies .....                                   | 56 |
| 6.3.7. Plantio das mudas .....                                      | 58 |
| 6.3.8. Manutenção.....                                              | 61 |
| 3.4. Elaboração de cartas temáticas .....                           | 62 |
| 3.4.1. Carta de hipsometria .....                                   | 63 |
| 3.4.2. Carta de declividade.....                                    | 63 |
| 3.4.3. Mapa de uso e ocupação da terra e da cobertura vegetal ..... | 64 |
| Capítulo 3 .....                                                    | 65 |
| 4. Aplicação do PRAD na área de estudo .....                        | 65 |
| Considerações finais .....                                          | 71 |
| Referências Bibliográficas.....                                     | 80 |
| Referencias Consultadas.....                                        | 81 |

## 1. Introdução

O mau gerenciamento do uso da terra e uma deficiência no disciplinamento da água proveniente da chuva provoca a desestruturação das partículas do solo que resultam em processos erosivos e estes, se não trabalhados de forma adequada, podem causar perdas socioambientais significativas às populações. Se no percurso de escoamento dessas partículas não houver coberturas vegetais que diminuam a velocidade de escoamento e que sirvam de barreiras naturais, os sedimentos que estão sendo arrastados, geralmente depositam-se nos corpos d'água, causando processos de assoreamento.

Erosão superficial ou erosão do solo é a remoção das camadas superficiais pelas ações do vento e da água (em países do Hemisfério Norte existe ainda o gelo). A erosão do solo envolve um processo de desagregação e transporte de partículas por esses agentes. A erosão é iniciada por forças de arrasto, de impacto ou de tração agindo em partículas individuais da superfície (ARAÚJO, ALMEIDA & GUERRA, 2010).

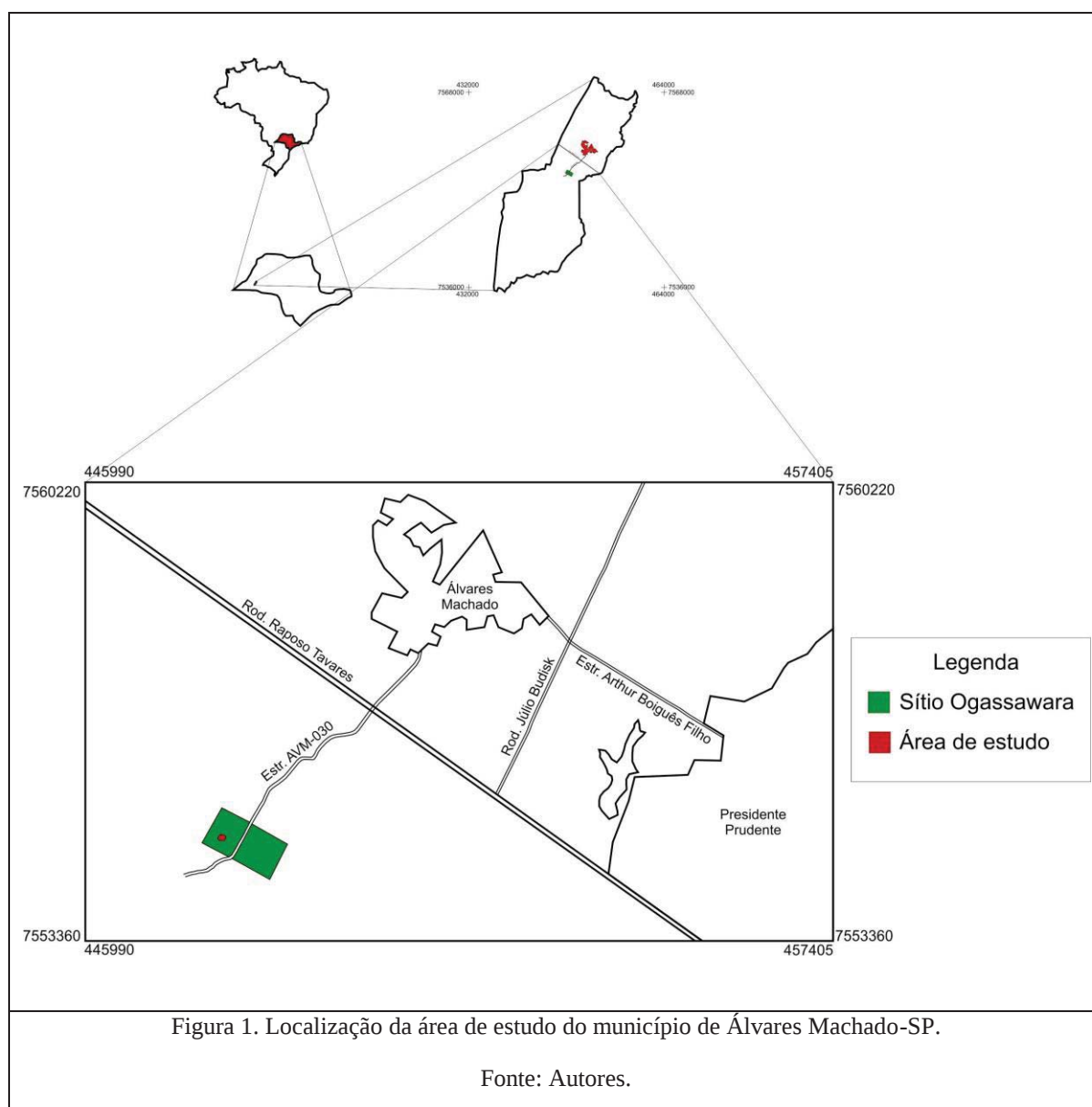
No caso das coberturas vegetais de porte arbóreo como as matas ciliares, por estarem situadas na transição entre as baixas vertentes e as planícies aluviais dos corpos d'água, permite a estabilização de encostas, ciclagem de nutrientes, controle de erosão pluvial, entre outros. A inexistência dessa cobertura vegetal potencializa os processos erosivos e perda de biodiversidade.

Neste sentido, o local de estudo desta monografia, é uma área cuja dinâmica de formação está associada a intenso processo de deposição de sedimentos pela da ação das chuvas, oriundo da movimentação de terra quando ocorreu o asfaltamento da Estrada Vicinal AVM-030, no município de Álvares Machado – SP, e o mau gerenciamento de atividades pastoris que ocasionou a formação de processos erosivos nas vertentes adjacentes.

Com o preenchimento dos sedimentos em antigo relevo dissecado, houve o aplainamento da área. Esse processo, associado ao mau gerenciamento da terra por parte dos proprietários circunvizinhos existentes nas áreas a montante, que devido à criação de pecuária de corte e leiteira, não realizaram o manejo adequado da terra, ocasionando o pisoteio do gado e conseqüentemente compactação do solo.

Este fato ocasionou baixa infiltração de água no solo – fato constatado visualmente e com orientação, e aumento do escoamento de superfície, formando processos erosivos nas áreas a jusante, como no caso da área de estudo, bem como sensível diminuição do nível do aquífero freático suspenso, como relatado pelo proprietário da área.

Devido aos problemas descritos acima, o presente trabalho tem por finalidade dentro dos princípios de elaboração de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas, aplicar metodologias alternativas para a recuperação de foco erosivo e ampliação de área arborizada em área rural situada no município de Álvares Machado, oeste do estado de São Paulo, representado na Figura 1.



## **2. Objetivos**

### **2.1. Geral**

O PRAD teve como objetivo realizar uma intervenção no Sítio Ogassawara, localizado no município de Álvares Machado - SP, com a aplicação de técnicas alternativas para a recuperação de área degradada com foco erosivo do tipo linear e da recomposição de mata residual existente próximo à área de nascente.

### **2.2. Específico**

Para atingir o objetivo principal foram realizados, os seguintes objetivos específicos:

- realizar levantamento bibliográfico de documentos, artigos e textos e conceitos que tratam da temática de estudo;
- realizar levantamento histórico da área de estudo;
- caracterizar o estado ambiental da área;
- realizar análises laboratoriais;
- Implantar técnicas de bioengenharia;

## Capítulo 1

### 3. Recuperação de Áreas Degradadas

Área degradada é aquela que, após sofrer um forte impacto perdeu a capacidade de retornar naturalmente ao estado original ou a um equilíbrio dinâmico, ou seja, perdeu sua resiliência. (MARTINS, 2009, p.23)

O presente estudo retrata a realidade do solo acometido por práticas pastoris e o reflexo disso foi a mudança nos volumes de fluxos no balanço hídrico local, ou seja, a ausência de vegetação nativa e a presença de animais ruminantes de grande porte causaram o aumento da área sem cobertura vegetal de porte ocasionando o efeito “*splash*”.

Segundo BRITO (2006, p. 30) é o efeito da queda da gota de água da chuva que inicialmente desestrutura a superfície do solo e causa, por conseguinte, o desprendimento das partículas, podendo posteriormente com o pisoteamento e a compactação ocasionar a impermeabilização do solo.

A impermeabilização é o fator mais relevante quanto à origem e aumento de processos erosivos, uma vez que reduz a capacidade de infiltração do solo e aumenta o volume e a velocidade da água que é escoada, em muito afetando as áreas de preservação permanentes.

Neste sentido, a Lei 12.727, de 17 de outubro de 2012, define Área de Proteção Permanente (APP) da seguinte maneira:

“É a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei 12.727, 2012).”

De acordo com a legislação para áreas rurais consolidadas, a área de proteção permanente irá ser demarcada de acordo com o tamanho da propriedade. Para propriedades com até 1 (um) módulo fiscal (cada cidade tem um valor de módulo fiscal), a APP será constituída por uma faixa de 5 (cinco) metros; de 1 (um) até 2 (dois), serão 8 (oito) metros; de 2 (dois) até 4 (quatro), serão 15 metros e em propriedade maiores que 4 (quatro) módulos fiscais a recuperação é de no mínimo 20 e o máximo de 100 metros, contados a partir do leito regular do curso hídrico (Tabela 1).

Tabela 1. Área de Preservação Permanente em curso d'água de áreas rurais consolidadas.

| Tamanho da propriedade | Largura do corpo d'água | Faixa de APP                            |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| Até 1 módulo fiscal    | Independente            | 5                                       |
| De 1 até 2 módulos     | Independente            | 8                                       |
| De 2 até 4 módulos     | Independente            | 15                                      |
| Maiores que 4 módulos  | Depende                 | Mínimo 20 metros e máximo de 100 metros |

Fonte: Lei 12.727/2012 do Código Florestal

No caso de nascente é um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. (Lei 12.727,17 de outubro de 2012)

Em nascentes a legislação determina que para imóveis rurais consolidado de até 1 (um) módulo fiscal, a APP será de 5 (cinco) metros; para imóveis de 1 (um) até 2 (dois) módulos, a faixa será de 8 (oito) metros e para áreas superiores a 2 (dois) módulos fiscais, é de 15 metros (Tabela 2).

Tabela 2. Área de Preservação Permanente em torno de nascentes em áreas rurais consolidadas.

| Tamanho da propriedade | Faixa de APP |
|------------------------|--------------|
| Até 1 módulo fiscal    | 5            |
| De 1 até 2 módulos     | 8            |
| Superiores a 2 módulos | 15           |

Fonte: Lei 12.727/2012 do Código Florestal

Em relação à recuperação florestal é a restituição de uma área desflorestada, perturbada ou degradada à condição de floresta nativa, de acordo com projeto previamente elaborado de ocupação da área. (Resolução SMA 08, 2008)

De acordo com a legislação vigente:

“Artigo 6º - Em áreas de ocorrência das formações de floresta ombrófila, de floresta estacional semidecidual e de savana florestada (cerradão), a recuperação florestal deverá atingir, no período previsto em projeto, o mínimo de 80 (oitenta) espécies florestais nativas de ocorrência regional.” (Resolução SMA 08, 2008)

Dentre o número de espécies, de acordo com a Resolução SMA 08, de 2008, o mix a ser plantado deve conter no mínimo 20% de espécies zoocóricas nativas, 5% de

espécie nativa enquadrada na categoria de ameaça e as espécies escolhidas deverão contemplar os dois grupos ecológicos, a pioneira (pioneiras e secundárias iniciais) e as não pioneiras (secundárias tardias e climáticas), tendo o limite mínimo de 40% para cada um dos grupos.

Em relação ao número de indivíduos a Resolução SMA 08, de 2008, estabelece que o total pertencente ao mesmo grupo ecológico não pode exceder 60% do total, nenhuma espécie pioneira pode ultrapassar o limite máximo de 10% de indivíduos total do plantio e 10% das espécies, no máximo, podem ter menos de 12 indivíduos por projeto.

Assim, a Mata Ciliar é a vegetação localizada nas margens dos corpos hídricos com a função de fazer a ciclagem dos nutrientes, estabilizar as áreas de encostas, permitir uma boa filtragem da água, evitar processos de assoreamento e garantir a biodiversidade local.

Na ciclagem dos nutrientes a presença da vegetação é importante, pois ela irá ter o papel de absorver um determinado nutriente presente no solo e transformá-lo para que possa ser metabolizado em seu sistema e posteriormente eliminá-lo.

As plantas através de suas raízes aumentam a coesão, a resistência, a taxa de infiltração de água e a porosidade do solo, estabilizando áreas críticas como as margens dos corpos hídricos.

Já as suas folhas reduzem os processos erosivo pelo efeito “*splash*” e aumentam a rugosidade, minimizando a ocorrência da erosão laminar. As copas ainda contribuem para o conforto térmico dos cursos d’água, pois absorvem a radiação solar incidente.

Garante a biodiversidade local, pois se estende por certa distância, formando corredores ecológicos, favorecendo o fluxo gênico de espécies animais e vegetais.

### **3.1. Bioengenharia**

A Bioengenharia consiste em técnicas no qual as estruturas, segundo BERTONI (1999, p. 173):

“Servem para reter, regular ou controlar o movimento da enxurrada. Podem ser construídos em canais escoadouros vegetados, para diminuição do gradiente efetivo do leito vegetado, ou em voçorocas, para uma proteção permanente da grotta, sob a forma de pequenas barragens de terra, de concreto, de pedras soltas, em gabiões, e de tijolos.

Boas práticas vegetativas, juntamente com bom manejo de solo, são necessários para um programa eficiente de conservação do solo e água, porém nem sempre as práticas vegetativas ou outras medidas simples são suficientes e adequadas para um controle de grandes concentrações de água. Em tais casos, devem ser utilizadas as estruturas. Ainda há o fato de que as medidas vegetativas são sujeitas a influências do clima e de fatores adversos como os ocasionados pelas pragas, e moléstias das plantas, nem sempre oferecem segurança, ao passo que as estruturas, quando propriamente construídas, são seguras e de longa duração”

Segundo ARAÚJO, ALMEIDA E GUERRA (2010, p. 175) “as abordagens da Bioengenharia geralmente utilizam materiais disponíveis localmente e um mínimo de equipamentos pesados”. Dentre os materiais vivos utilizados nas técnicas de bioengenharia podemos destacar as estacas arbustivas, plantas e sementes. Os materiais inertes comumente utilizados são madeiras, pedras, geossintéticos, metais e fibras.

Além disso, há quatro métodos diferentes para aplicação da bioengenharia em solos:

*“Métodos de proteção da superfície (métodos de cobertura):* São utilizados para fornecer uma proteção superficial rápida para a conservação do solo. O fortalecimento das camadas mais profundas do solo é somente secundário. Utilizando-se um grande número de plantas, tais como gramíneas e leguminosas, por unidade de área, a superfície do solo fica protegida contra a erosão.

*Métodos de estabilização utilizando materiais vivos:* Estes tipos de estruturas podem melhorar a estabilidade das encostas e evitar a erosão.

*Métodos que combinam materiais vivos e inertes:* sob condições menos favoráveis, as estruturas de apoio com materiais inertes podem ser necessárias para melhorar as construções feitas de materiais vivos. Sob condições extremas ou se um local necessita de estabilização antes que as plantas vivas possam ser utilizadas, materiais como madeira, concreto, pedras e galhos secos podem ser usados como construções de apoio. Em locais muito úmidos ou em áreas de drenagem de difícil acesso, os métodos biotécnicos podem auxiliar ou mesmo substituir outros métodos. Os sistemas de drenagem biotécnicos agem através da diminuição da poropressão, evitando assim, a saturação dos solos e impedindo a erosão interna.

*Métodos suplementares:* São específicos e eficientes na promoção da emergência da vegetação clímax (exemplificando, o plantio de árvores ou técnicas de melhoramento do solo).”

(ARAÚJO, ALMEIDA e GUERRA, 2010, p. 168).

As técnicas de bioengenharia apresentam diferentes vantagens em diferentes âmbitos tais como da economia, ecologia e paisagem. Economicamente, os custos para implantação de técnicas de estabilização – aplicado no presente estudo – são relativamente baixos, já que foram manipulados materiais vegetais e de solo presente na área e a manutenção pode ser feita por qualquer indivíduo já que envolve atividades como regar, capinar e combater as formigas cortadoras – varia para cada área – até que a vegetação introduzida esteja adaptada às condições locais de nutrientes e disponibilidade de recurso hídrico.

Em se tratando da importância ecológica, a bioengenharia possibilita o aumento da quantidade de água que infiltra, reduz o volume e a velocidade do escoamento superficial, aumenta a coesão superficial e subsuperficial do solo conferindo maior estabilização, além de reintroduzir condições naturais para desenvolvimento de exemplos da fauna e flora pertencente à região ou área.

As vantagens paisagísticas mais notáveis de técnicas de bioengenharia de solos são a integração do conjunto da estrutura material inerte/material vivo com a paisagem local e a notável restauração e/ou ocultação de desastres estruturais no solo causado por atividades antrópicas.

## Capítulo 2

### 4. Caracterização da Área de Estudo

O levantamento histórico foi realizado com base no depoimento do proprietário do Sítio Ogassawara, Sr. Mário Yoite Ogassawara, que concedeu permissão para a intervenção e aplicação dos procedimentos metodológicos deste estudo.

A crise financeira assolou o Japão no início do século XX e muitas oportunidades de enriquecimento rápido foram divulgadas e supervalorizadas por meio da imigração, veiculadas pelo governo brasileiro, apoiado pelo governo japonês. Dentre as 12 famílias da província de Hokkaido que venderam todas as suas posses e vieram ao Brasil, estava a família do patriarca Kusushige Ogassawara, avó de Mário Yoite Ogassawara.

Em 1917, aportou no litoral do Brasil, o navio Kasato Maru que trouxe os imigrantes japoneses, inclusive Kusushige Ogassarawa. As famílias foram deslocadas para inúmeros locais do interior paulista e a família Ogassawara foi direcionada para a região onde, atualmente, se localiza o município de Álvares Machado.

No referido ano, o local era constituídos por grande reservas de matas nativas, não havendo nenhuma residência. Os imigrantes chegaram e começaram a desmatar afim de construir suas casas e formarem os primeiros roçados.

A febre amarela assolou muitos imigrantes na região devido ao fato de ser uma doença tropical aos quais os japoneses não tinham contato e também não havia disponibilidade de medicamentos. Diante dessa mortandade, as famílias pediram a permissão do Estado para a construção de um cemitério para os descendente e uma escola, o governo permitiu e terrenos da propriedade da família Ogassawara foram doados para esses fins.

Durante a II Guerra Mundial, o governo do então presidente Getúlio Vargas proibiu que os imigrantes frequentassem a escola que ensinava a língua japonesa e fechou o cemitério. Atualmente, o cemitério foi Tombado devido à sua importância histórica e cultural para os imigrantes.

O sítio Ogassawara se localiza próximo ao cemitério, possuindo uma área total de 30 alqueires. No início eram cultivados cereais (arroz, milho e feijão) e o café. Porém, no ano de 1947 ocorreu uma geada intensa na região, que, por consequência, gerou perdas de todo o cultivo e deixou a família desanimada. Contudo, a família não desistiu e voltaram a cultivar algodão, amendoim, hortelã, frutas e a criação de gado para a produção leiteira.

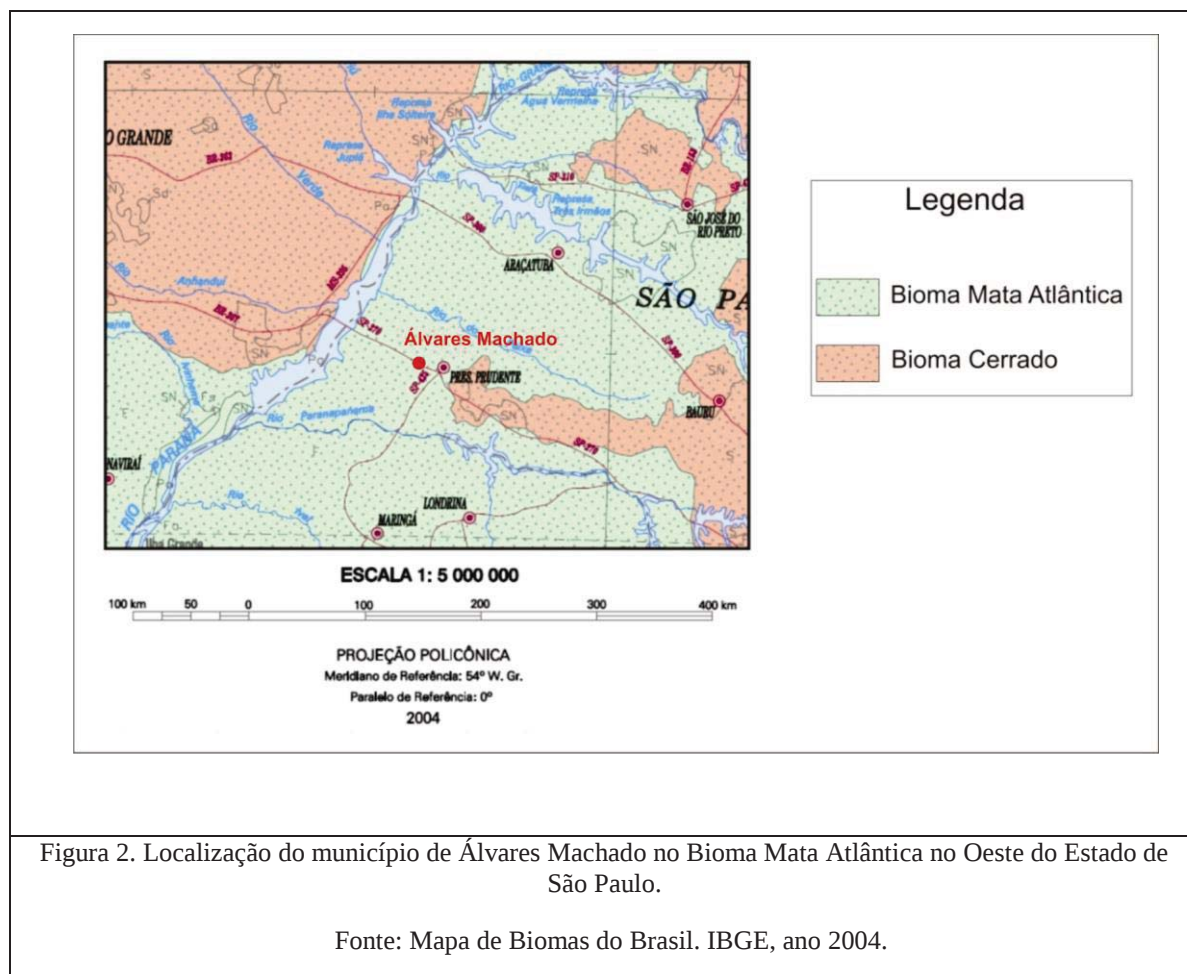
A geração do senhor Mário Ogassawara (3º geração) deu continuidade com o cultivo de algodão, amendoim, milho, feijão e gado para a produção de leite. Toda a produção era vendida para os abastecimentos do comércio local.

Nos dias atuais, na propriedade há apenas a atividade pecuária e plantio de alimentos para o próprio consumo da família.

A rede rodoviária asfaltada só chegou na região em 1985 e foi construída acima da linha do espigão, na época do prefeito Castilho. Antigamente a estrada que havia sido contruída pelos moradores da região, margeava os córregos existentes nas divisas das propriedades.

No que se refere a descrição da cobertura vegetal nativa, o município de Álvares Machado está situado na região do Bioma da Mata Atlântica (Figura 2), sendo caracterizado como.:

“Compreende um complexo ambiental que incorpora cadeias de montanhas, platôs, vales e planícies de toda a faixa continental atlântica leste brasileira. No sudeste e sul do país se expande para o oeste alcançando as fronteiras com o Paraguai e Argentina, avançando também sobre o Planalto meridional até o Rio Grande do Sul. Abrange litologias do embasamento Pré-Cambriano, sedimentos da Bacia do Paraná e sedimentos Cenozóicos. Este quadro traduz um processo histórico de expansão de formações florestais sobre as campestres, partindo da costa para o interior em consonância com o aumento do calor e da umidade no continente, no atual período interglacial. Representou outrora um dos mais ricos e variados conjuntos florestais pluviais sul-americanos, somente suplantados em extensão pela Floresta Amazônica.” (Mapa de Biomas do Brasil. IBGE, ano 2004)



Consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. (Lei 11.428, de 22 de dezembro de 2006).

De acordo com a Figura 3 a região de estudo se encontra dentro da formação florestal da Floresta Estacional Semidecidual, que é caracterizada pelo IBGE como:

“O conceito ecológico dessa Região Fitoecológica (Floresta Estacional Semidecidual) relaciona-se ao clima de duas estações uma chuvosa e outra seca, na área tropical (temperaturas médias de 21°C), com curto período seco acompanhado de uma acentuada baixa térmica, na área subtropical (temperaturas médias em torno dos 15°C). Com efeito, ocorre a estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, que estão adaptados a estação desfavorável (fria ou seca). Nos dois casos, a percentagem de árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se entre

20% e 50%. Ocorre predominantemente em relevos dissecados nos planaltos que dividem as águas das nascentes do rio Amazonas e reveste as encostas inferiores das serras do mar e da Mantiqueira bem como, as bacias dos rios Paraguai e Paraná.” (Mapa de Vegetação do Brasil. IBGE, ano 2004)

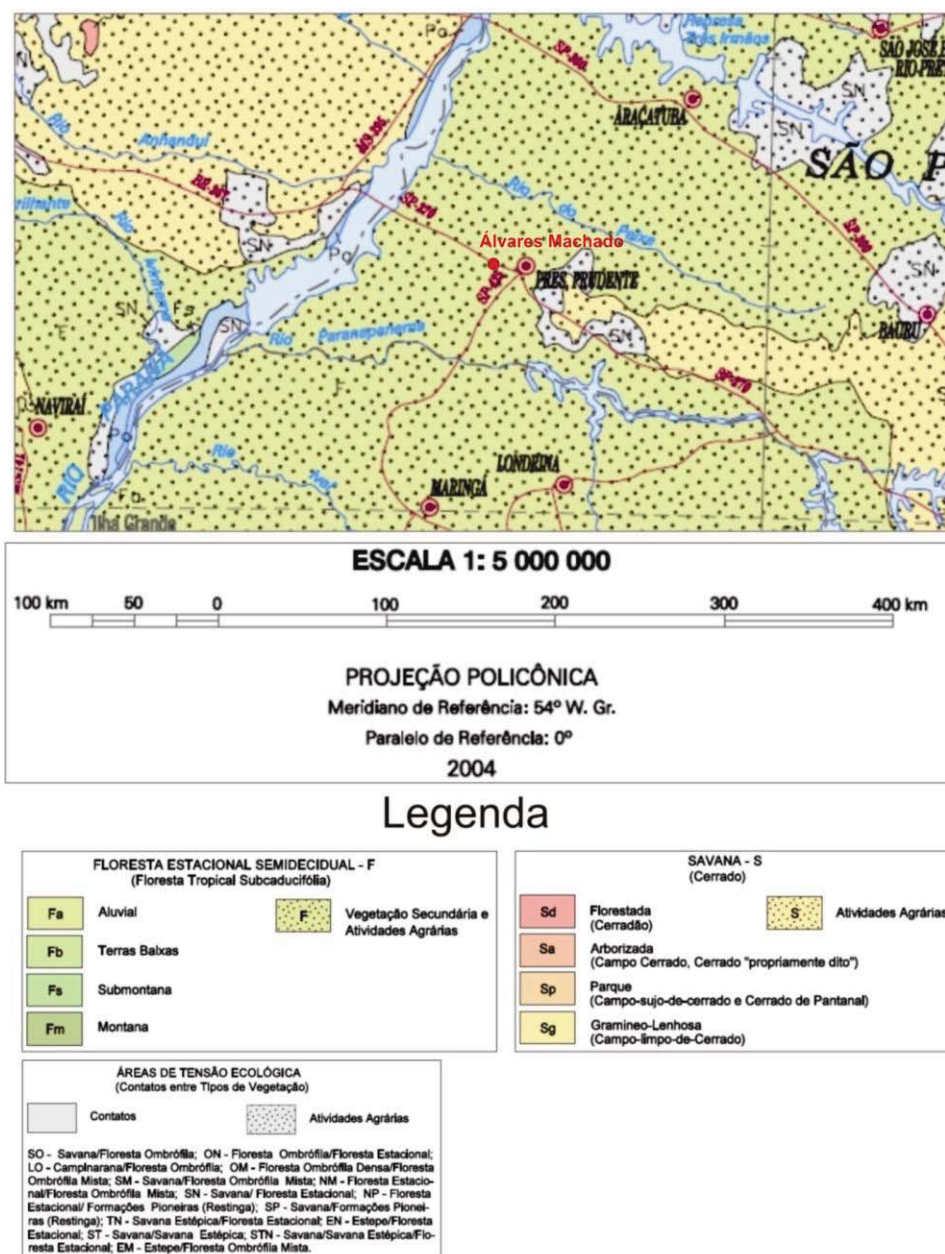
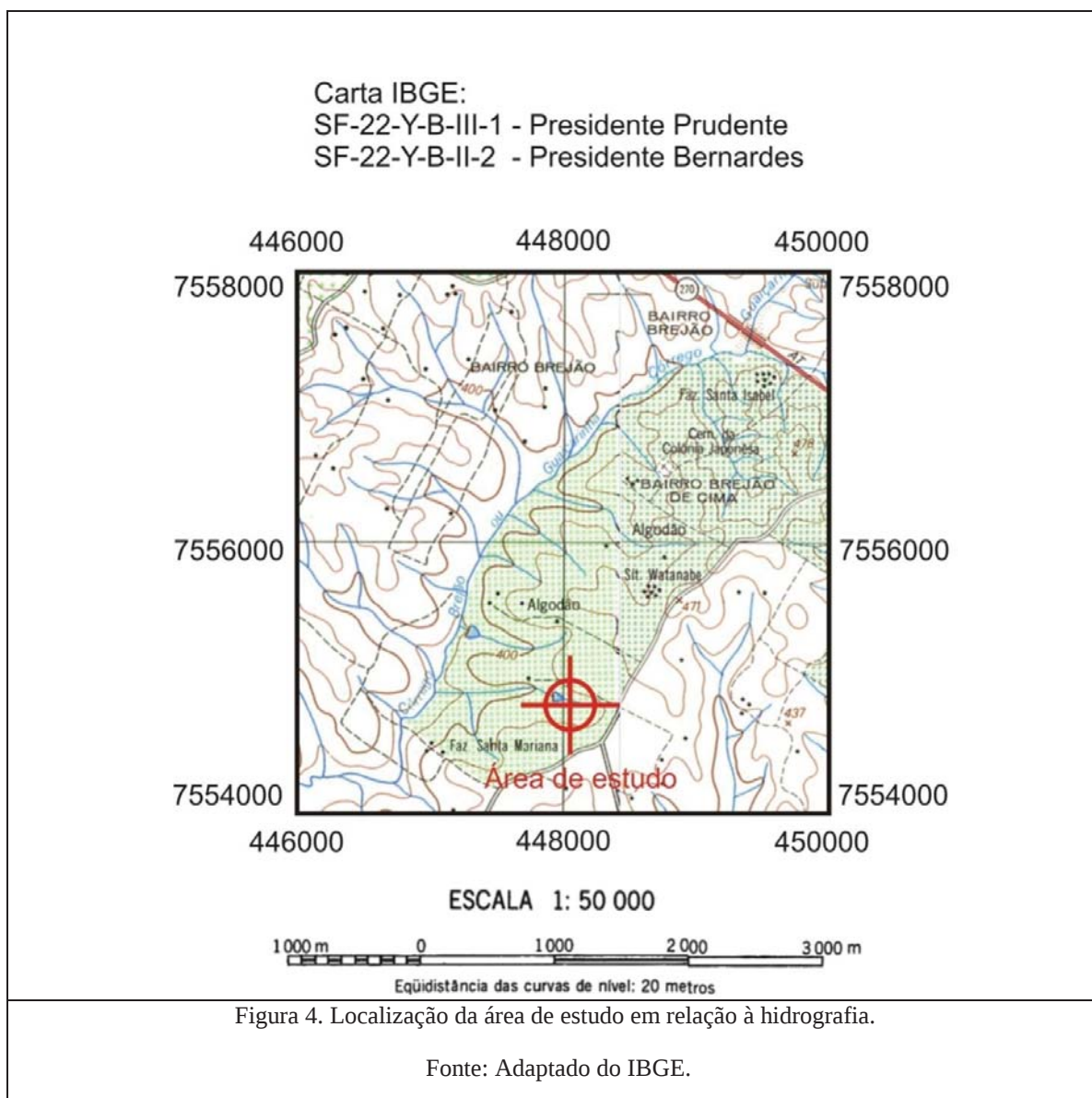


Figura 3. Localização do município de Álvares Machado nas formações florestais no Oeste do Estado de São Paulo.

Fonte: Mapa de Vegetação do Brasil. IBGE, ano 2004

Em relação à rede hidrográfica, especificamente na área de estudo estão situadas uma das nascentes de um dos afluentes do Córrego Brejão ou Córrego Guaiaçarinha, sendo este afluente da margem direita do Rio Santo Anastácio (Figura 4).



De acordo com os dados observados no climograma do município de Presidente Prudente (Figura 5), a região do Oeste Paulista, que inclui o município de Álvares Machado, devido a sua posição geográfica – segundo o professor José Garcia Tadeu Tomaselli a Organização Mundial de Meteorologia (OMM) considera válido os dados de uma estação meteorológica até um raio de 70 Km, portanto, os dados são válidos para o município de Álvares Machado, visto que se encontra a menos de 20 Km de Presidente

Prudente - apresenta uma peculiaridade comum ao regime pluviométrico dos trópicos úmidos, ou seja, registra uma estação chuvosa e quente (outubro a março) e outra menos chuvosa, de temperaturas amenas (abril a setembro), muito influenciadas pela trajetória das massas de ar, principalmente a Massa Polar Atlântica.

Em relação as temperaturas médias anuais, em Álvares Machado, durante o período de 1980-2010, foi de 23.5<sup>o</sup> C. Maio, junho e julho apresentam as médias mais baixas, entre 19<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup> C. De outubro a março, as médias térmicas mensais oscilam entre 24<sup>o</sup> e 26<sup>o</sup> C. As menores médias mensais foram registradas nos meses de maio (19.9<sup>o</sup> C), junho (19.1<sup>o</sup> C) e julho (17.1<sup>o</sup> C); e, as maiores médias ficaram entre os meses de novembro (26.6<sup>o</sup> C), dezembro (26.7<sup>o</sup> C) e janeiro (27.7<sup>o</sup> C).

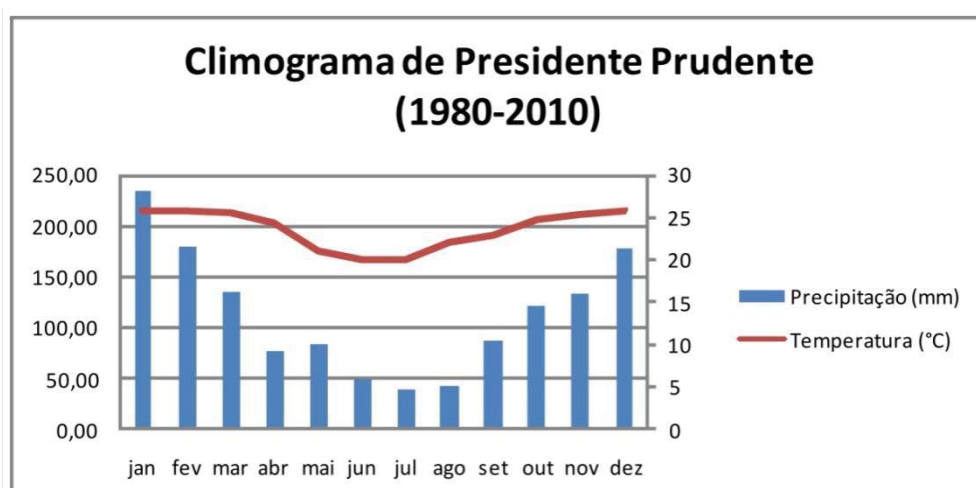


Figura 5. Climograma da cidade de Presidente Prudente.

Fonte: Prado, 2011

A região é caracterizada por ser uma área rural com a presença de vários sítios e fazendas. A maioria delas são propriedades familiares cuja atividade econômica é a pecuária, agricultura e silvicultura. Dentre as atividades agrícolas podemos citar a fruticultura com o cultivo de manga, cítricos (laranja, limão, ponkam e mexerica) e uva; o cultivo de café, milho, cana de açúcar. Na Silvicultura observamos a presença de seringueiras para a extração do látex para a produção da borracha.

A pecuária é a atividade econômica que fortalece a economia regional e apresenta certa predominância comparada às outras atividades. Devido às formas extensivas da

pecuária, associada ao desmatamento com solos expostos ou cobertos por gramíneas, e as condições climáticas, em especial atenção nos períodos de maior precipitação, encontram-se várias áreas com intensos processos erosivos laminares e lineares, formando sério quadro de degradação.

Em relação às matas ciliares, a maior parte também foi retirada. As existentes estão esparsas, apresentando inexistência de conexão para fluxo gênico entre as espécies da fauna e flora local. Isto pode ser observado no mapa de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal (Figura 6) ainda existente.

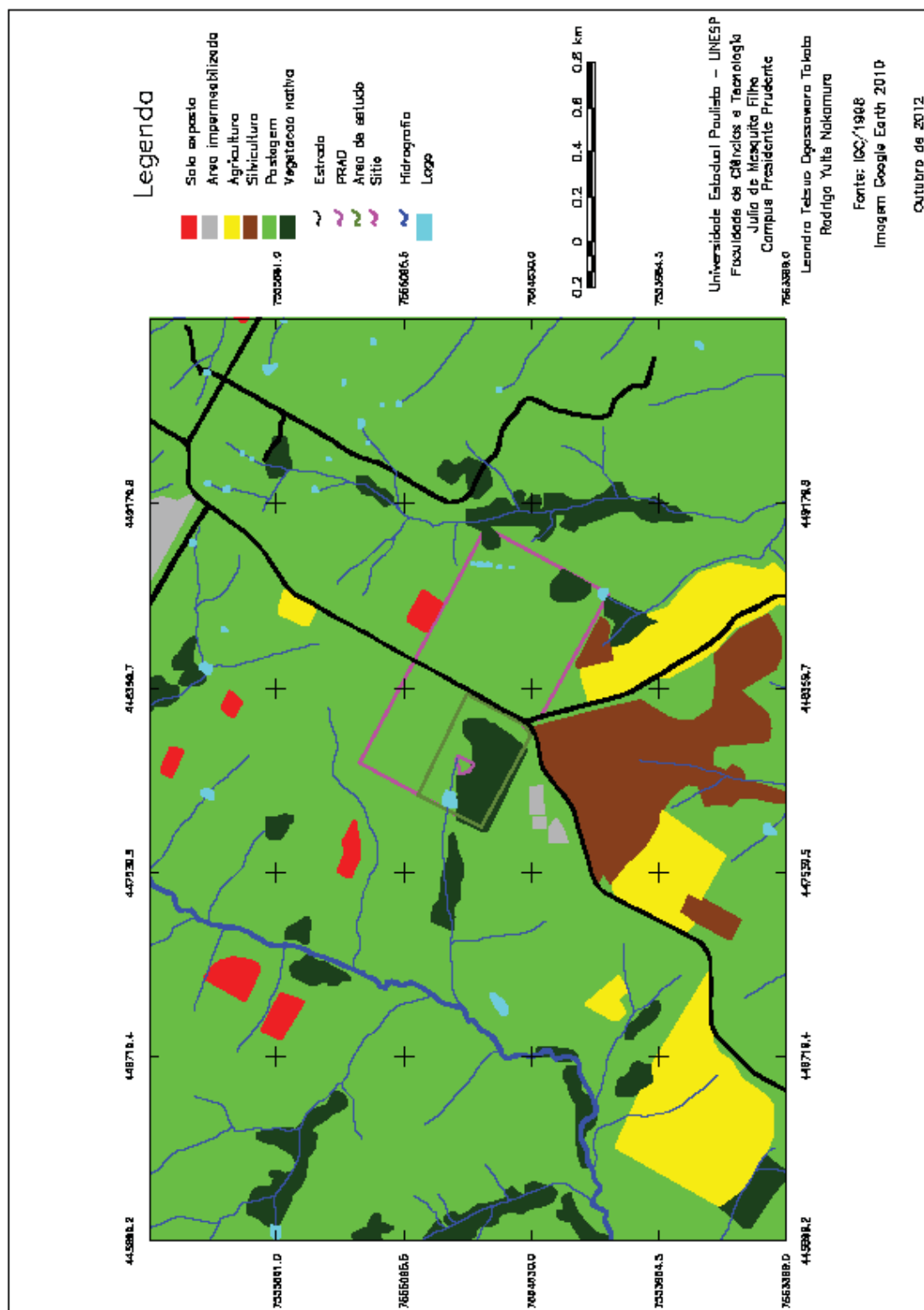


Figura 6. Mapa de uso e ocupação e cobertura vegetal.

Fonte: Autores.

## 5. Elaboração da proposta do PRAD

Primeiramente, para facilitar o entendimento e a enumeração das atividades necessárias para aplicação do PRAD, foi idealizado o seguinte organograma. (Figura 7)

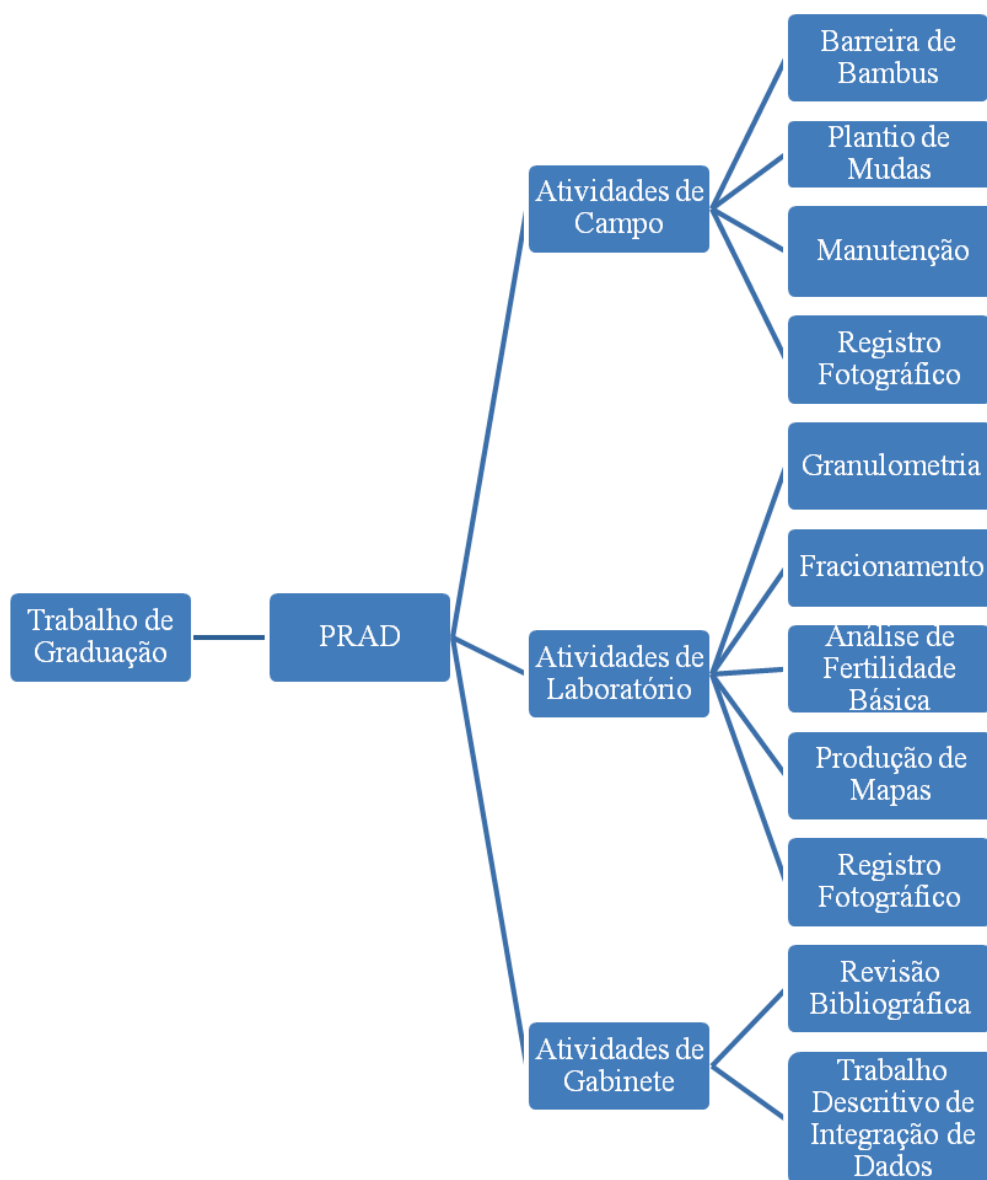


Figura 7. Organograma das atividades realizadas.

Fonte: Autores.

## 6. Procedimentos Metodológicos

Para minimizar os efeitos do processo erosivo e conter a sua evolução propôs-se a utilização de técnicas de bioengenharia. Para esse propósito foram construídas barreiras físicas, utilizando composto de bambu e sacos de ráfia preenchidos por areia. Posteriormente foi realizada a coleta de amostras de solo, a fim de conhecer as características físicas (textura e fracionamento) e químicas (fertilidade), objetivando o plantio de mudas nativas – conforme a legislação SMA 08, de 31 de janeiro de 2008 que fixa orientação para reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e da providências correlatas - da região na área de estudo, por exemplo: ipê, pata de vaca, farinha seca, canafístula e jatobá.

### 6.1. Bioengenharia – Barreira física

A etapa de montagem das barreiras de contenção a erosão pluvial seguiu as respectivas sequências (Figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14).

|                                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                     |                                                      |
| <p>Figura 8. Corte de colmos de bambu conforme a largura do foco erosivo.</p> <p>Fonte: Autores (Março, 2012).</p> | <p>Figura 9. Corte na parede da erosão, utilizando enxadão e cavadeira.</p> <p>Fonte: Autores (Março, 2012).</p>        | <p>Figura 10. Detalhe do corte na parede da erosão, para encaixe dos colmos principais de bambu.</p> <p>Fonte: Autores (Março, 2012).</p> |
|                                 |                                     |                                                      |
| <p>Figura 11. Encaixe dos colmos de bambu na parede da erosão.</p> <p>Fonte: Autores (Março, 2012).</p>            | <p>Figura 12. Detalhe do empilhamento dos colmos de bambu da parede da erosão.</p> <p>Fonte: Autores (Março, 2012).</p> | <p>Figura 13. Amarração dos colmos de bambu com uso de arame liso.</p> <p>Fonte: Autores (Março, 2012).</p>                               |



Figura 14. Detalhe final da montagem das barreiras de contenção a montante dos focos erosivos.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Na Barreira 1 a erosão apresenta profundidade de 1,0 metro e largura de 2,90 metros. Os colmos foram cortados em comprimentos de 3,25 metros e foram dispostos 7 colmos empilhados. A barreira atingiu 0,53 metros de altura. O colmo de sustentação, disposto no centro da barreira, apresenta dimensão de 1,10 metros de comprimento.

A Barreira 2 foi disposto em um lado da curva de nível com profundidade de 0,40 metro e largura de 2,0 metros. Foram empilhados 4 colmos de 2,20 metros de comprimento de modo que a barreira atingiu 0,30 metros. O colmo de sustentação foi de 0,53 metros de comprimento. A distância entre a barreira 1 e a barreira 2 foi de aproximadamente 6,0 metros.

Construídas as barreiras com os colmos de bambu, foram empilhados sacos com solo da própria área de estudo para reduzir a velocidade cinética do escoamento da água. Esta etapa seguiu as respectivas sequências (Figuras 15, 16, 17, 18 e 19):



Figura 15. Transporte dos sacos de ráfia com solos da própria área de estudo.

Fonte: Autores (Abril, 2012).



Figura 16. Disposição dos sacos de ráfia à montante da barreira de contenção na erosão 1.

Fonte: Autores (Abril, 2012).



Figura 17. Disposição dos sacos de ráfia à montante da barreira de contenção na erosão 2.

Fonte: Autores (Abril, 2012).



Figura 18. Disposição dos sacos de ráfia na alcova de regressão provocada pelo escoamento superficial a montante da barreira de contenção na erosão 2.

Fonte: Autores (Abril, 2012).



Figura 19. Vista da disposição final dos sacos de ráfia a montante das barreiras 1 e 2 e na cava erodida.

Fonte: Autores (Abril, 2012).

Foram utilizados sacos de ráfia com dimensões de 0,5 metro de comprimento, 0,2 metro de altura e 0,4 metro de largura. Apresentavam peso em torno de 50 Kg. Foram dispostos 6 sacos em frente a Barreira 1, 3 sacos em frente à Barreira 2 e 1 na alcova de regressão.

**Finalizado a construção das barreiras, foram obtidas as coordenadas geográficas na projeção UTM com GPS Garmin no datum Córrego Alegre e a elevação de cada pontos principais de controle da erosão presentes na Tabela 3 e visualizada na Figura 20.** Localização das barreiras e da cava na área de estudo.

Fonte: Autores.Figura 20.

Tabela 3. Coordenadas geográficas dos pontos principais para controle da erosão.

| Ponto        | Barreira 1 | Barreira 2 | Cava    |
|--------------|------------|------------|---------|
| E (m)        | 448033     | 448028     | 448030  |
| N (m)        | 7554803    | 7554802    | 7554803 |
| Elevação (m) | 365        | 363        | 365     |



## 6.2. Caracterização do solo

### 6.2.1. Caracterização física (granulometria e fracionamento)

Para adquirir mais informações a respeito do solo, justificando um posterior plantio de mudas de espécies arbóreas nativas, foram coletadas amostras de solo com a finalidade de realizar uma análise física de granulometria e de fracionamento de areia.

Para tanto, foi aberta uma trincheira de 1,0 metro de profundidade 0,6 metro de largura 0,8 metro de comprimento com auxílio de enxadas e cavadeiras (Figura 21), conforme Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 1997).



Figura 21. Retirada das amostras de material sedimentar da trincheira, para análise física (textura e fracionamento).

Fonte: Autores (Março, 2012).

A profundidade cavada não foi a ideal, devido à presença de água a 1 metro de profundidade, caracterizando um aquífero suspenso. Finalizado a abertura da trincheira, foram coletadas amostras dos horizontes A, B e C (Figura 22) e anotado as coordenadas geográficas do ponto (Tabela 4) e visualizada na Figura 23.



Figura 22. Amostras de solo armazenadas em sacos plásticos etiquetados.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Tabela 4. Coordenada da trincheira para amostragem do solo para análises físicas.

| Local      | Coordenadas UTM |         | Elevação (m) | Erro (m) |
|------------|-----------------|---------|--------------|----------|
|            | E (m)           | N (m)   |              |          |
| Trincheira | 448050          | 7554824 | 368          | 2        |

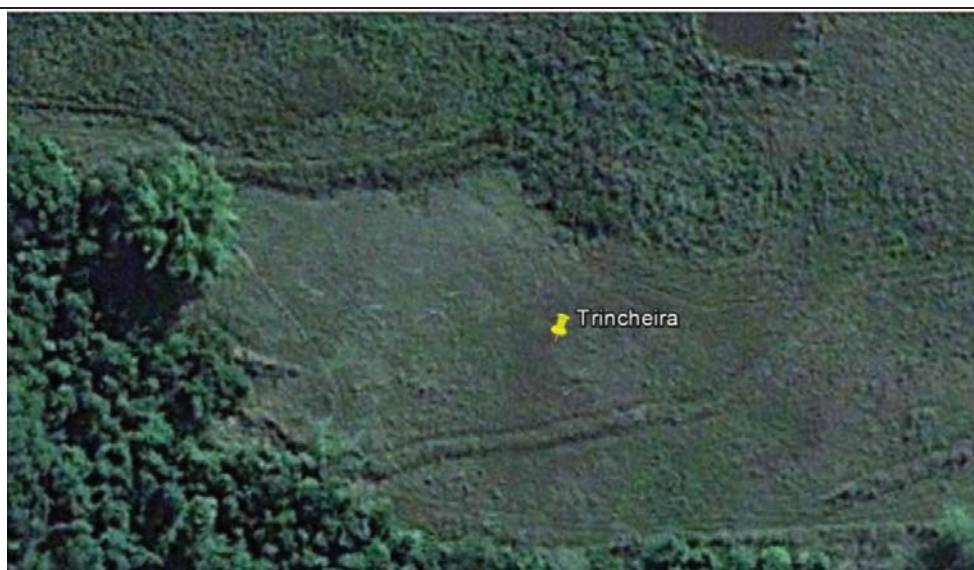


Figura 23. Localização da trincheira.

Fonte: Autores.

### **Análise de Granulometria**

A análise de granulometria foi realizada no Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos da UNESP – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente.

A metodologia utilizada para a realização da análise foi baseada no Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 1997).

Após a amostra ter sido coletada em campo e armazenada em sacos plásticos, o material foi depositado em fôrmas de papel 20 cm x 15 cm x 5 cm e identificado com os respectivos horizontes de cada amostra para exposição ao ar livre durante uma semana para secar conforme apresentado na Figura 24.



Figura 24. Amostras secando ao ar.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Passada uma semana, as amostras secas foram destorroadas no almofariz de porcelana com o auxílio de um pistilo de borracha (Figura 25). Depois de destorroadas as amostras foram peneiradas em uma peneira com abertura de malha de 2 mm, a fim de separar as frações granulométricas do esqueleto do solo.



Figura 25. Destorroamento das amostras de solo.

Fonte: Autores (Março, 2012).

As amostras destorroadas e peneiradas foram colocadas em 3 erlenmeyers, a fim de realizar amostragem, réplica e tréplica para cada amostra (Figura 26).



Figura 26. Separação das amostras em erlenmeyers com tréplica.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Em cada erlenmeyer foi depositado 10 gramas de solo seco, pesadas em balança granatária (Figura 27).



Figura 27. Pesagem de 10g de amostra para cada erlenmeyer.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Após as amostras serem separadas nos erlenmeyers, foram adicionados 10 ml de dióxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) e 20 ml de água destilada. As amostras foram colocadas em uma mesa vibratória durante 6 horas para que a fração de areia se separasse da fração de silte e argila (Figura 28).



Figura 28. Disposição dos erlenmeyers na mesa vibratória.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Antes de completar as 6 horas da agitação dos erlenmeyers, foram pesadas as 9 placas de Petri e 9 béqueres, em uma balança analítica, para identificação do peso inicial (Figura 29).



Figura 29. Pesagem e identificação das Placas de Petri e Béqueres.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Decorridas as 6 horas, os erlenmeyers foram retirados da mesa vibratória para realização do processo de separação da areia. Para isso, utilizou-se uma peneira com malha de 0,053mm encaixada a um funil. Este conjunto foi colocado em uma proveta de 1000 ml (Figura 30).



Figura 30. Lavagem da fração de areia de cada amostra na peneira.

Fonte: Autores (Março, 2012).

O material contido no erlenmeyer é depositado na peneira de 0,053 mm com o auxílio de uma pisseta com água deionizada, tendo o cuidado de retirar todo o material contido, bem como evitar que o volume d'água não ultrapasse a marca dos 1000 ml da proveta.

Com o auxílio de uma pisseta com água deionizada, a areia retida na peneira é transferida para uma placa de Petri, cujo peso inicial já é conhecido. A placa foi colocada para secar em uma estufa a uma temperatura de 105°C durante 24 horas.

Passadas às 24 horas, a placa é retirada e deixada esfriar por algum tempo, para que o vapor exalado não influencie na posterior pesagem (Figura 31). Após esfriada, a placa é pesada para determinar o peso total da fração areia.



Figura 31. Amostras secas de areia.

Fonte: Autores (Março, 2012).

As provetas contendo a argila e o silte são colocados em um tanque contendo água em temperatura ambiente, para que se mantenha uniformidade térmica entre elas (Figura 32). A temperatura da solução contida nas provetas é medida e anotada para determinar o tempo de espera para realizar a pipetagem da argila.



Figura 32. Provetas com solução de silte e argila.

Fonte: Autores (Março, 2012).

A temperatura medida foi de 21°C. Portanto o tempo de espera para a realização da pipetagem foi de 3 horas e 42 minutos. De acordo com a Tabela 5, obtemos o tempo de espera para cada temperatura.

Tabela 5. Tempo de sedimentação para a pipetagem.

| Temperatura (°C) | Tempo de decantação |
|------------------|---------------------|
| 15               | 4h e 19 min         |
| 16               | 4h e 12 min         |
| 17               | 4h e 05 min         |
| 18               | 3h e 59 min         |
| 19               | 3h e 53 min         |
| 20               | 3h e 48 min         |
| 21               | 3h e 42 min         |
| 22               | 3h e 37 min         |
| 23               | 3h e 32 min         |
| 24               | 3h e 27 min         |
| 25               | 3h e 22 min         |
| 26               | 3h e 18 min         |

Fonte: Laboratório de Sedimentologia da FCT – UNESP – Presidente Prudente.

Após medida a temperatura, cada proveta foi agitada com o auxílio de um bastão de vidro durante 30 segundos. Entre a agitação de uma amostra para outra, houve um intervalo de 2 minutos. A hora de espera é iniciada após a agitação da primeira proveta.

Decorrido o tempo de espera, com o auxílio de uma pipeta de 5 ml, foi coletado 5 ml da solução contida em cada proveta, tomando o cuidado de ao coletar não fazer movimentos bruscos, agitando a amostra (Figura 33).



Figura 33. Pipetagem da argila da solução da proveta.

Fonte: Autores (Março, 2012).

A solução coletada foi depositada em um Béquero (25ml), cujo peso é conhecido. Após coletadas as amostras, os béqueros são levado para secar na estufa a uma temperatura de 105°C durante um período de 24 horas. Após retiradas da estufa, elas são deixadas em um dissecador para que esfriassem e depois foram pesadas em uma balança analítica para aferição do peso da argila.

Realizadas as diferenças, multiplica-se o valor por 0,002, obtendo-se, dessa forma, o peso dispersante.

- Porcentagem de areia:

$$M_{\text{areia}} = P_{2(\text{peso da placa com areia})} - P_{1(\text{peso da placa})}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} 10\text{g de solo} & 100\% \\ 7,91\text{g de areia} & X\% \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{ll} 10\text{g de solo} & 7,91\text{g de areia} \\ 1000\text{g de solo} & Y \text{ de areia} \end{array} \right.$$

**X = 79,1% de areia na amostra de solo**

**Y = 791 g.Kg<sup>-1</sup> de solo**

- Porcentagem de argila:

$$M_{\text{argila}} = P_{2(\text{peso do b\u00e9quer com argila})} - P_{1(\text{peso do b\u00e9quer})}$$

$$\%_{argila} = (M_{argila} - 0,002) \times 2000$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} 10\text{g de solo} & 0,00665\text{g de argila} \\ 1000\text{g de solo} & Z \text{ de argila} \end{array} \right.$$

**Z = 0,665 g.Kg<sup>-1</sup> de solo**

Após calcular o peso de cada fração (areia, argila e silte), com o auxílio do Diagrama Triangular (Figura 34), obteve-se a classe de textura do solo analisado.

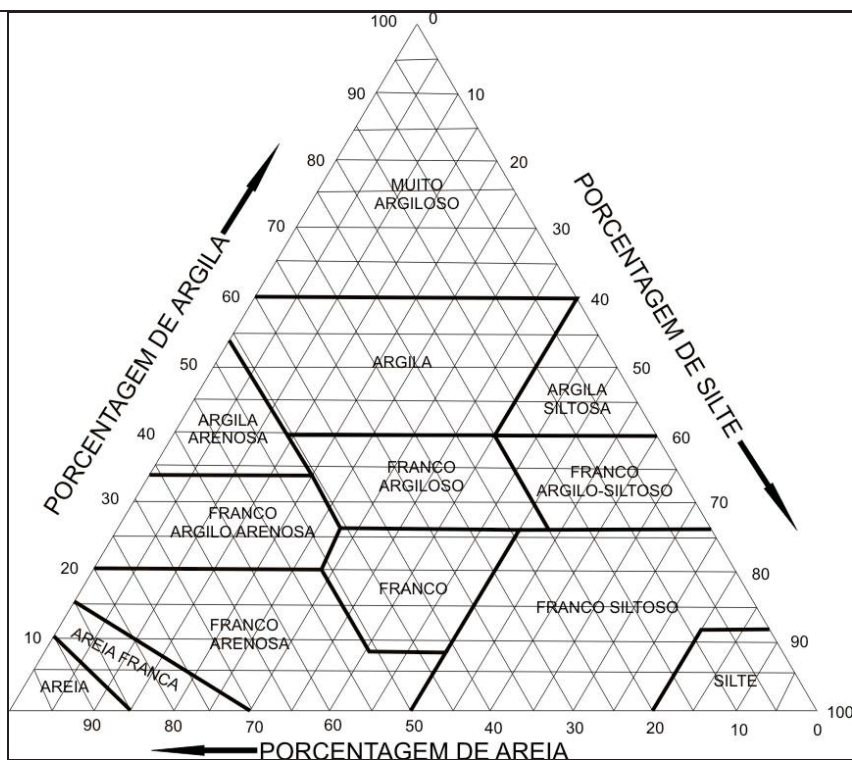


Figura 34. Diagrama Triangular proposto pelo United States Department of Agriculture (USDA).

Fonte: Laboratório de Sedimentologia da FCT – UNESP – Presidente Prudente

### Análise de Fracionamento de Areia

Para a realização da análise de fracionamento da areia, foram utilizadas Placas de Petri, contendo areia, provenientes da separação das frações constituintes da análise de granulometria conforme mostra a Figura 35.



Figura 35. Placas de Petri com areia para fracionamento.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Para a realização da análise, utilizava-se uma placa por vez. Primeiramente foi preparado o conjunto de peneiras no fracionador, onde foram selecionadas 6 peneiras com diâmetros de furos diferentes. Os diâmetros de furo das peneiras eram 2,0 mm, 1,0 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm e 0,053 mm, sendo classificadas de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6. Classificação da fração de areia de acordo com a abertura das peneiras utilizadas no fracionador.

| Abertura das peneiras | Classificação      |
|-----------------------|--------------------|
| 2,000 mm – 1,000 mm   | Areia muito grossa |
| 1,000 mm – 0,500 mm   | Areia grossa       |
| 0,500 mm – 0,250 mm   | Areia média        |
| 0,250 mm – 0,125 mm   | Areia fina         |
| 0,125 mm – 0,053 mm   | Areia muito fina   |

Fonte: Laboratório de Sedimentologia da FCT – UNESP – Presidente Prudente

Elas foram empilhadas de forma crescente no sentido da base até o topo do aparelho, de modo que a peneira de maior diâmetro de abertura de furo estivesse localizada na parte superior e a de menor diâmetro na parte inferior, lembrando que a base era composta por um recipiente utilizado para coletar algum material que passasse pela última peneira. A imagem do conjunto pode ser visualizada na Figura 36.



Figura 36. Fracionador montado com o conjunto de peneiras de cima para baixo com as frações de 2,0 mm, 1,0 mm, 0,5mm, 0,25mm, 0,125mm e 0,053mm.

Fonte: Autores (Março, 2012).

A areia contida nas placas foi depositada na parte superior do conjunto de peneiras, por meio de um pincel, com atenção para que todo o material fosse transferido, conforme ilustra a Figura 37.



Figura 37. Inclusão da amostra de areia no fracionador.

Fonte: Autores (Março, 2012).

O próximo passo foi, após a deposição do material, a colocação da tampa e fixação no aparelho sob pressão para que as peneiras não caíssem durante o processo. O aparelho é calibrado para vibrar com uma frequência de 5,0 Hertz por um tempo de 5,0 minutos.

Decorrido o período dentro do fracionador, o aparelho foi desligado e o material foi transferido novamente para Placas de Petri, separando cada material de acordo com a peneira em que foi retido. A separação do material foi realizada com a utilização de um pincel e de um pedaço de papel pardo de forma que toda areia fosse transferida e nenhuma porção da amostra estivesse alocada nos poros da peneira, como ilustrado na Figura 38.



Figura 38. Retirada da amostra das respectivas peneiras.

Fonte: Autores (Março, 2012).

Retirado todo o material da peneira e transferido para o papel pardo, foi realizada a transferência para uma Placa de Petri – com o auxílio de um pincel – e novamente, com atenção para que a amostra fosse totalmente transpassada como na Figura 39.



Figura 39. Transferência da amostra para a Placa de Petri.

Fonte: Autores (Março, 2012).

O material alocado em cada Placa de Petri foi pesado em uma balança analítica. Esta etapa procedeu-se, primeiramente com a alocação de uma nova Placa de Petri dentro da balança analítica – para que não sofresse ações de fatores externos – que, assim, foi tarada. Posteriormente, ocorreram transferências de amostras de cada placa para pesagem, uma de cada vez, com cuidado para que nenhuma amostra ficasse retida na Placa de Petri da balança. Por conseguinte, a cada fração foi pesada e o valor obtido foi anotado.

### 6.2.2. Caracterização química

Posteriormente foram coletados amostras de solo de quatro pontos estratégicos selecionados de forma sistemático segundo a orientação do professor e engenheiro florestal Edson Pirolli do Campus Experimental da Unesp de Ourinhos: na entrada da área de intervenção (Ponto 1), adjacente a trincheira (Ponto 2), próximo ao bambu (Ponto 3) e próximo ao processo erosivo (Ponto 4) nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm, de acordo com as coordenadas apresentadas na Tabela 7 e visualizada na Figura 40, para realização de análises químicas (Figura 41) no laboratório de solos da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, segundo a metodologia de análise química proposta por RAIJ et al (2011). A finalidade foi identificar a fertilidade do solo. Estes dados auxiliaram nas porcentagens de uso de adubo químico (NPK ou 10-10-10) e orgânico no plantio das mudas de espécies arbóreas nativas.

Tabela 7. Coordenadas dos locais de amostragem do solo para análise química.

| Ponto        | P01     | P02     | P03     | P04     |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| X (m)        | 448114  | 448127  | 448040  | 448082  |
| Y (m)        | 7554801 | 7554836 | 7554841 | 7554808 |
| Elevação (m) | 402     | 404     | 404     | 407     |



Figura 40. Localização dos pontos de amostragem na área de estudo.

Fonte: Autores.

**CURSO DE AGRONOMIA - Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal**

Faculdade de Ciências Agrárias da Unoeste - Rodovia Raposo Tavares, Km 572 - Bairro Limoeiro.  
CEP 19067 - 175 - Presidente Prudente - São Paulo - Fone (18) 3229-2039 / 3229-2073

**RESULTADO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO**

| BÁSICA             |                    |                            |                                  |                                   |                                                  |                                 |                  |        |     |      |     |      |      |                 |      |
|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|--------|-----|------|-----|------|------|-----------------|------|
| Amostras<br>Código | Área               | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | M.O.                             | C total                           | P                                                | S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Al <sup>3+</sup> | H + Al | K   | Ca   | Mg  | SB   | CTC  | m               | V    |
|                    |                    |                            | ----- (g dm <sup>3</sup> ) ----- | ----- (mg dm <sup>3</sup> ) ----- | ----- (mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> ) ----- |                                 |                  |        |     |      |     |      |      | ----- (%) ----- |      |
| 2143               | ponto-1<br>(20 cm) | 5,0                        | 3,2                              | ****                              | 0,1                                              | ****                            | ****             | 18,6   | 0,8 | 16,1 | 2,8 | 19,8 | 38,4 | ****            | 51,5 |
| 2144               | ponto-1<br>(40 cm) | 4,8                        | 1,9                              | ****                              | 0,2                                              | ****                            | ****             | 17,6   | 0,9 | 14,1 | 1,8 | 16,8 | 34,4 | ****            | 48,8 |
| 2145               | ponto-2<br>(20 cm) | 5,6                        | 5,8                              | ****                              | 0,1                                              | ****                            | ****             | 19,6   | 1,6 | 32,0 | 6,1 | 39,7 | 59,3 | ****            | 67,0 |
| 2146               | ponto-2<br>(40 cm) | 4,4                        | 2,7                              | ****                              | 0,3                                              | ****                            | ****             | 26,9   | 1,2 | 12,3 | 1,7 | 15,2 | 42,0 | ****            | 36,1 |
| 2147               | ponto-3<br>(20 cm) | 5,4                        | 3,0                              | ****                              | 0,3                                              | ****                            | ****             | 15,9   | 1,0 | 19,3 | 4,4 | 24,7 | 40,6 | ****            | 60,9 |
| 2148               | ponto-3<br>(40 cm) | 5,6                        | 1,9                              | ****                              | 0,1                                              | ****                            | ****             | 15,9   | 0,9 | 19,4 | 5,0 | 25,3 | 41,1 | ****            | 61,4 |
| 2149               | ponto-4<br>(20 cm) | 5,8                        | 4,0                              | ****                              | 0,1                                              | ****                            | ****             | 15,9   | 1,3 | 25,6 | 6,3 | 33,3 | 49,2 | ****            | 67,7 |
| 2150               | ponto-4<br>(40 cm) | 6,0                        | 2,2                              | ****                              | 0,1                                              | ****                            | ****             | 12,9   | 0,9 | 18,9 | 3,2 | 23,1 | 35,9 | ****            | 64,2 |

| Classe de<br>Teores               | P (resina) |            |         |            | K                                    | Ca    | Mg    | Sat. Bases<br>(V) | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | S-SO <sup>2-</sup><br>Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) | Al<br>(KCl)                          |
|-----------------------------------|------------|------------|---------|------------|--------------------------------------|-------|-------|-------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                   | Anuais     | Hortaliças | Perenes | Florestais |                                      |       |       |                   |                            |                                                           |                                      |
| ----- (mg dm <sup>3</sup> ) ----- |            |            |         |            | (mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> ) |       |       | %                 | -                          | (mg dm <sup>3</sup> )                                     | (mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> ) |
| Muito Baixo                       | 0 - 6      | 0 - 10     | 0 - 5   | 0 - 2      | 0 - 0,7                              | -     | -     | 0 - 25            | Até 4,3                    | -                                                         | -                                    |
| Baixo                             | 7 - 15     | 11 - 25    | 6 - 12  | 3 - 5      | 0,8 - 1,5                            | 0 - 3 | 0 - 4 | 26 - 50           | 4,4 - 5,0                  | 0 - 4                                                     | < 5                                  |
| Médio                             | 16 - 40    | 26 - 60    | 13 - 30 | 6 - 8      | 1,6 - 3,0                            | 4 - 7 | 5 - 8 | 51 - 70           | 5,1 - 5,5                  | 5 - 10                                                    | -                                    |
| Alto                              | 41 - 80    | 61 - 120   | 31 - 60 | 9 - 16     | 3,1 - 6,0                            | > 7   | > 8   | 71 - 90           | 5,6 - 6,0                  | > 10                                                      | > 5                                  |
| Muito Alto                        | > 80       | > 120      | > 60    | > 16       | > 6,0                                | -     | -     | > 90              | > 6,0                      | -                                                         | -                                    |

Met. de Análise : Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. Rajj et al. (2001). Instituto Agronômico de Campinas (IAC). 285 p.

Figura 41. Resultado da análise química. Fonte: Laboratório de Solos da UNOEST.

### 6.3. Recuperação Florestal

Para o plantio das mudas primeiramente foi realizado o cercamento da área de 0,65 ha para que se evitasse a intervenção de animais, limpeza do terreno, abertura das covas, coroamento, adubação, escolha das espécies e o plantio das mudas.

#### 6.3.1. Cercamento

O cercamento da área de aplicação do estudo foi a primeira ação, realizada com a finalidade de evitar a presença do gado no local para que não interferisse durante quaisquer etapas da recuperação.

Para a construção da cerca foram utilizados troncos de madeira de eucalipto tratado dispostos de 3 em 3 metros e arame ovalado, totalizando 45 metros de cerca. A cerca pode ser visualizada na Figura 42.



Figura 42. Cercamento.

Fonte: Autores (Outubro, 2012).

O cercado foi construído de modo a isolar a área de estudo, portanto, ela foi fixada adjacente à área desde a nascente até a mata nativa (a Leste e a Norte). Como a Oeste e Sul já existia cercado, foi realizado somente uma junção com a nova cerca, como ilustrado na Figura 43.



Figura 43. Junção da antiga cerca com a nova cerca.

Fonte: Autores (Outubro, 2012).

### 6.3.2. Limpeza do terreno

Antes do início da abertura das covas e posterior plantio das mudas, foi realizada uma limpeza do terreno, para limpeza da gramínea (espécie competidora) que estava densa. A limpeza foi realizada com o auxílio de um trator conectado a uma roçadeira e um cortador de grama elétrico, deixando a grama em uma altura mínima para posterior realização do plantio. As Figuras 44 e 45 ilustram o antes e depois da realização da limpeza do terreno.



Figura 44. Área com a presença da gramínea alta.

Fonte: Autores (Fevereiro, 2012).



Figura 45. Vista da área após roçagem.

Fonte: Autores (Maio, 2012).

### 6.3.3. Abertura das covas

Realizada a limpeza da área delimitada e cercada para aplicação do Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) deu-se início à abertura das covas em que as mudas foram alocadas e fixadas. As covas possuíam dimensões como diâmetro de 14 cm e profundidade de 40 cm, definido por MARTINS (2009, p. 113) que “para solos compactados e muito degradados, por exemplo, em pastagens submetidas a forte pisoteio pelo gado e áreas mineradas, recomendam-se covas maiores com 0,40x0,40x0,40m”, priorizando e respeitando o tamanho das mudas que estão nos tubetes.

As covas foram abertas de modo que em linha foi espaçado 2 metros de uma muda para outra e 3 metros entre cada linha de plantio, seguindo orientações do professor orientador e do Engenheiro Florestal Édson Pirolli.(Figura 46)



Figura 46. Disposição das mudas.

Fonte: Autores. (Maio, 2012)

### 6.3.4. Coroamento

O coroamento tem como finalidade evitar a competição por nutrientes entre as mudas e qualquer espécie vegetal local. Visualmente, foi definido e coroado uma área

circular de 14 cm de diâmetro, como apresentada na Figura 47, que garantiu o melhor desempenho das mudas na fase inicial do plantio.



Figura 47. Abertura da área de coroamento.

Fonte: Autores (Maio, 2012).

#### 6.3.5. Adubação

Antes de ser efetuado o plantio é necessário a etapa de inclusão de nutrientes que favorecem o crescimento das mudas em sua fase inicial. O estudo optou e definiu, após a obtenção da análise de fertilidade básica, pela utilização de um adubo orgânico proveniente de fezes de gado (fertilizante orgânico composto Classe B, Provaso) e em cada cova, foi colocado pelo menos  $\frac{1}{4}$  de vasilhame (representa aproximadamente 350 gramas) e pelo adubo inorgânico, criterizado pelo Engenheiro Florestal Édson Pirolli, como forma de suprir as necessidades desses três principais elementos que influenciam no crescimento vegetal.

A camada depois do adubo orgânico foi composta por uma solução hidratada do Hidrogel (Figura 48) – substância de consistência gelatinosa que retém a umidade por mais tempo – que tem por objetivo, prolongar a disponibilidade de água para as mudas principalmente nas raízes. O hidrogel se apresenta em forma de pó inicialmente branco e ao misturá-lo com água na porção de 10 gramas de hidrogel para cada 5 litros de água, é possível verificar o aparecimento de aglomerados com componentes transparentes, mas com textura de gel.



Figura 48. Agitação manual para mistura do pó de hidrogel com água.

Fonte: Autores (Maio, 2012).

### 6.3.6. Escolha das espécies

Para o plantio, foram selecionadas espécies da vegetação nativa da região da área em estudo. As mudas foram adquiridas da Flora Vale, um viveiro localizado no município de Assis/SP, a pelo menos 120 quilômetros da área de estudo. No total foram selecionadas 72 espécies nativas (Tabela 8) segundo a resolução SMA 08, de 2008, com as mais diversas características. O viveiro foi escolhido devido ao fato de ser viável economicamente, por ser um local próximo à cidade de Presidente Prudente.

Tabela 8. Lista de espécies das mudas doadas.

|    | Nome Vulgar        | Nome Científico                                 | Síndrome de dispersão |
|----|--------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|
| 01 | Aroeira-pimenteira | <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi            | Zoocórica             |
| 02 | Babosa branca (SD) | <i>Cordia superba</i> Cham                      | Zoocórica             |
| 03 | Cambrará guaçu     | <i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr        | Anemocórica           |
| 04 | Capixingui (D)     | <i>Croton floribundus</i> Spreng                | Autocórica            |
| 05 | Cebolão (D)        | <i>Phytolacca dióica</i> L.                     | Autocórica            |
| 06 | Embaúba do brejo   | <i>Cecropia pachystachya</i>                    | Zoocórica             |
| 07 | Figueira branca    | <i>Ficus guaranítica</i> Schodat                | Zoocórica             |
| 08 | Guarucala          | <i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.)<br>Brenan | Autocórica            |
| 09 | Jangada brava (SD) | <i>Heliocarpus americanus</i> L.                | Anemocórica           |
| 10 | Maricá             | <i>Mimosa bimucronata</i> (D.c.) O.<br>Kuntze   | Autocórica            |

|    |                               |                                                      |             |
|----|-------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|
| 11 | Mutambo (SD)                  | <u>Guazuma Ulmifolia</u> Lam.                        | Zoocórica   |
| 12 | Palneira (D)                  | <u>Chorisia speciosa</u> St. Hil.                    | Anemocórica |
| 13 | Pata de vaca (D)              | <u>Bauhinia forficata</u> Link                       | Autocórica  |
| 14 | Pau d'álho                    | <u>Gallesia integrifolia</u> (Spreng.)<br>Harms      | Anemocórica |
| 15 | Pau formiga rosa              | <u>Triplaris brasiliiana</u> Cham.                   | Anemocórica |
| 16 | Pau viola/Tucaneiro (D)       | <u>Cytharexylum myrianthum</u> Cham.                 | Zoocórica   |
| 17 | Peito de pomba                | <u>Tapirira guianensis</u> Aubl.                     | Zoocórica   |
| 18 | Saguaragi/Sobrasil (D)        | <u>Colubrina glandulosa</u> Perk.                    | Zoocórica   |
| 19 | Sangra d'água                 | <u>Croton urucurana</u> Baill.                       | Autocórica  |
| 20 | Tamanqueira                   | <u>Aegiphila sellowiana</u>                          | Zoocórica   |
| 21 | Tamboril/ Orelha de negro (D) | <u>Enterolobium contortisiliquum</u><br>Morong       | Autocórica  |
| 22 | Guaperê                       | <u>Lamanonia ternata</u>                             | Autocórica  |
| 23 | Tingui preto                  | <u>Dictyoloma vandellianum</u>                       | Autocórica  |
| 24 | Açoita cavalo                 | <u>Luehea divaricata</u> Mart.                       | Anemocórica |
| 25 | Amendoim bravo                | <u>Pterogyne nitens</u> Tul.                         | Anemocórica |
| 26 | Angico do campo               | <u>Anadenanthera falcata</u> (benth)                 | Autocórica  |
| 27 | Angico vermelho (D)           | <u>Anadenanthera macrocarpa</u> Brenan               | Autocórica  |
| 28 | Araticum cagão (D)            | <u>Annona cacans</u> Warm.                           | Zoocórica   |
| 29 | Aroeira mansa                 | <u>Schinus molie</u> L.                              | Zoocórica   |
| 30 | Aroeira branca                | <u>Lithraea molleoides</u> (Vell.) Engl.             | Zoocórica   |
| 31 | Bico de pato                  | <u>Machaerium aculeatum</u> Raddi.                   | Anemocórica |
| 32 | Café de bugre                 | <u>Cordia ecalyculata</u> Vell.                      | Zoocórica   |
| 33 | Cambará de lixa (D)           | <u>Aloysia virgata</u> (Ruiz et Pav. )A. L.<br>Juss. | Anemocórica |
| 34 | Canafístula (D)               | <u>Peltophorum dubium</u> (Spreng. )<br>Taub.        | Autocórica  |
| 35 | Capitão do campo              | <u>Terminalia brasiliensis</u> camb.                 | Anemocórica |
| 36 | Coroba                        | <u>Jacaranda micrantha</u> Cham                      | Anemocórica |
| 37 | Cedro (D)                     | <u>Cedrela fissilis</u> Vell.                        | Anemocórica |
| 38 | Embira de sapo (SD)           | <u>Lonchocarpus muehlbergianus</u><br>Hassl.         | Autocórica  |
| 39 | Farinha seca                  | <u>Albizia hassleri</u> (Chodat.) Burr.              | Autocórica  |
| 40 | Goiaba branca                 | <u>Psidium quajava</u>                               | Zoocórica   |
| 41 | Goiaba vermelha               | <u>Psidium quajava</u> L.                            | Zoocórica   |
| 42 | Guaiuvira (D)                 | <u>Patagonula americana</u> L.                       | Anemocórica |
| 43 | Ingá branco                   | <u>Inga laurina</u> (Sw.) Wild.                      | Zoocórica   |
| 44 | Leiteiro                      | <u>Peschiera fuchsiaefolia</u> Miers                 | Zoocórica   |
| 45 | Mamica de porca               | <u>Zanthoxylum riedelianum</u> Engl.                 | Zoocórica   |
| 46 | Monjoleiro                    | <u>Acacia polyphylla</u> DC.                         | Autocórica  |
| 47 | Pau jacaré                    | <u>Piptadenia gonoacantha</u>                        | Autocórica  |
| 48 | Saguaragi amarelo             | <u>Rhamnidum elaeocarpus</u>                         | Zoocórica   |
| 49 | Araçá amarelo                 | <u>Psidium cattleianum</u> Sabine                    | Zoocórica   |

|    |                         |                                                   |                          |
|----|-------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------|
| 50 | Araçá roxo              | <i>Psidium rufum</i> DC.                          | Zoocórica                |
| 51 | Aroeira vermelha (SD)   | <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.            | Autocórica               |
| 52 | Cereja do rio grande    | <i>Eugenia involucrata</i> DC.                    | Zoocórica                |
| 53 | Dedaleiro (D)           | <i>Lafoensia pacari</i> St. Hill.                 | Anemocórica              |
| 54 | Guaritá (D)             | <i>Astronium graveolens</i> Jacq                  | Anemocórica              |
| 55 | Ipê amarelo (D)         | <i>Tabebuia chrysotricha</i> Standl.              | Anemocórica              |
| 56 | Ipê branco (D)          | <i>Tabebuia róseo-alba</i> (Ridl.)                | Anemocórica              |
| 57 | Ipê rosa                | <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.      | Anemocórica              |
| 58 | Ipê roxo                | <i>Tabebuia avellanadae</i> Lorent ex Criseb      | Anemocórica              |
| 59 | Ipê roxo de sete folhas | <i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Tol.          | Anemocórica              |
| 60 | Jabuticaba              | <i>Myrciaria trunciflora</i> Berg.                | Zoocórica                |
| 61 | Jatobá da mata          | <i>Hymenaea courbaril</i>                         | Zoocórica                |
| 62 | Jenipapo (SD)           | <i>Genipa americana</i> L.                        | Zoocórica                |
| 63 | Jequetibá branco (SD)   | <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi.) Kuntze.    | Anemocórica              |
| 64 | Óleo de capaíba (D)     | <i>Copaifeira langsdorffii</i> Desf.              | Zoocórica                |
| 65 | Olho de cabra (SD)      | <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.             | Autocórica/<br>Zoocórica |
| 66 | Osso de burro           | <i>Helietta appiculata</i> benth.                 | Anemocórica              |
| 67 | Pau marfim (SD)         | <i>Balfourodendron riedellianum</i> (Engl.) Engl. | Anemocórica              |
| 68 | Pitanga (SD)            | <i>Eugenia uniflora</i> L.                        | Zoocórica                |
| 69 | Taiuva/Amora (D)        | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. Ex. Steud.  | Zoocórica                |
| 70 | Uvala (SD)              | <i>Eugenia pyriformis</i> Camb.                   | Zoocórica                |
| 71 | Ingá liso               | <i>Inga fagifolia</i>                             | Autocórica/<br>Zoocórica |
| 72 | Marmeleiro              | <i>Ruprechtia laxiflora</i>                       | Autocórica/<br>Zoocórica |

### 6.3.7. Plantio das mudas

Selecionadas as espécies nativas a serem plantada, a muda é retirada do tubo, onde vem armazenada acompanhada de adubo e os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento, como apresentado na Figura 49, e posicionada no centro da cova, lembrando que na parte inferior da cova, já existe o adubo e o hidrogel.



Figura 49. Muda retirada do tubete.

Fonte: Autores (Maio, 2012).

Posicionada a planta, cobriu-se a cova com o próprio material retirado do local, tomando o cuidado para que não a cobrisse até a parte superior da planta. Por fim foi jogada uma pequena porção de adubo inorgânico ao redor da planta (Figura 50, 51 e 52).



Figura 50. Inserção da muda na cova.

Fonte: Autores (Maio, 2012).



Figura 51. Acomodação de adubo e hidrogel na região basal da cova e da muda.

Fonte: Autores (Maio, 2012).



Figura 52. Preenchimento da cova com solo local e polvilhamento de adubo inorgânico.

Fonte: Autores (Maio, 2012).

Feito o plantio, utilizou-se da grama roçada para cobrir o solo exposto ao redor da planta, afim de manter a umidade do mesmo (Figura 53).



Figura 53. Cobertura da cova com grama seca proveniente de roçada.

Fonte: Autores (Maio, 2012).

### 6.3.8. Manutenção

Como o plantio das 570 mudas ocorreu nos meses de maio e junho, um período sem chuvas expressivas e frequentes, foi necessário a visita à campo pelo menos a cada três dias, já que foi observado que o solo não apresentava umidade na superfície e as mudas apresentavam início de estresse hídrico, a fim da realização de irrigação via tanque de água tracionado por um trator e conectado a uma mangueira (Figura 54) como mencionado por MARTINS (2009, p. 118) que “no caso de ocorrência de intervalo de seca (veranico) na ocasião do plantio, deve-se realizar a irrigação manual, mecanizada ou por gotejamento.”



Figura 54. Irrigação realizada com auxílio de tanque de água.

Fonte: Autores (Maio, 2012).

Além disso, a capina foi necessária para evitar que outros tipos de vegetais, rasteiros e arbustivos, disputassem por nutrientes e água na área do coroamento (Figura 55, 56 e 57).

|                                                                                                                       |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |  |
| <p>Figura 55. Presença de outros tipos vegetais competindo por nutrientes.</p> <p>Fonte: Autores (Outubro, 2012).</p> | <p>Figura 56. Capinando coroamento.</p> <p>Fonte: Autores (Outubro, 2012).</p>     |
|                                    |                                                                                    |
| <p>Figura 57. Muda e coroamento após a capina.</p> <p>Fonte: Autores (Outubro, 2012).</p>                             |                                                                                    |

### 3.4. Elaboração de cartas temáticas

Foram elaboradas cartas temáticas de hipsometria e declividade a partir de base de dados adquiridos no Grupo de Pesquisa GADIS (Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial) da FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente.

### **3.4.1. Carta de hipsometria**

Para confecção da carta de hipsometria foram utilizados dados das curvas de nível adquiridas na escala de 1:20.000 do banco de dados do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC). Nessa escala as curvas apresentam equidistância de 5 (cinco) metros. Os dados já estavam georreferenciados e foram importados para um banco de dados do software SPRING, versão 5.1.8, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os dados foram importados para uma categoria de Modelo Numérico de Terreno (MNT) e gerada uma grade triangular. Nessa grade, a superfície é representada por polígonos cujas faces são triângulos e os vértices são os pontos amostrados. Esse tipo de grade preserva as feições geomorfológicas da superfície amostrada, porém é um modelo complexo e demandam um tempo a mais para sua geração.

Gerada a grade triangular, esta é utilizada como base para a geração da grade retangular, ou seja, um modelo que aproxima sua superfície a vários retângulos.

Criou-se uma categoria temática onde foram criadas classes de intervalo de variação de cota. Foram criadas um total de 12 classes, sendo que cada uma variava de 10 em 10 metros.

A partir dos dados gerados na grade retangular, fez-se o fatiamento determinando os mesmos intervalos da categoria temática acima citada. Tendo determinado os intervalos, estes foram associados às classes e obtido o mapa de hipsometria da região de interesse.

### **3.4.2. Carta de declividade**

Para a geração da carta de declividade, inicialmente criou-se uma categoria de Modelo Numérico do Terreno e outra Temática no software SPRING 5.1.8. Na categoria temática foram definidas as classes de declividade em porcentagem.

Obtida a grade retangular, criado anteriormente para confecção do mapa hipsométrico, fez-se uso dela para que fosse realizado o fatiamento das feições do terreno e criada a carta de declividade.

### **3.4.3. Mapa de uso e ocupação da terra e da cobertura vegetal**

Uma imagem do Google Earth 2012 foi georreferenciada no software SPRING 5.1.8 e a partir dela foi feita a classificação do uso e ocupação da terra e da cobertura vegetal de forma manual, pois através de trabalhos de campo, pôde-se verificar o atual uso e ocupação da terra do local, gerando um mapa atualizado. Se fosse realizado através de classificador automático feito pelo software, essa classificação não seria precisa, uma vez que se utilizada do número de brilho do pixel, poderiam ocorrer confusões na classificação temática.

## Capítulo 3

### 4. Aplicação do PRAD na área de estudo

Na área de estudo, como apresentado anteriormente, predominam atividades vinculada à pecuária de corte e de leite e de agricultura de subsistência.

Ao analisar a carta de hipsometria, observou-se que a variação de altitude é de 365 m a 485 m (Figura 58).

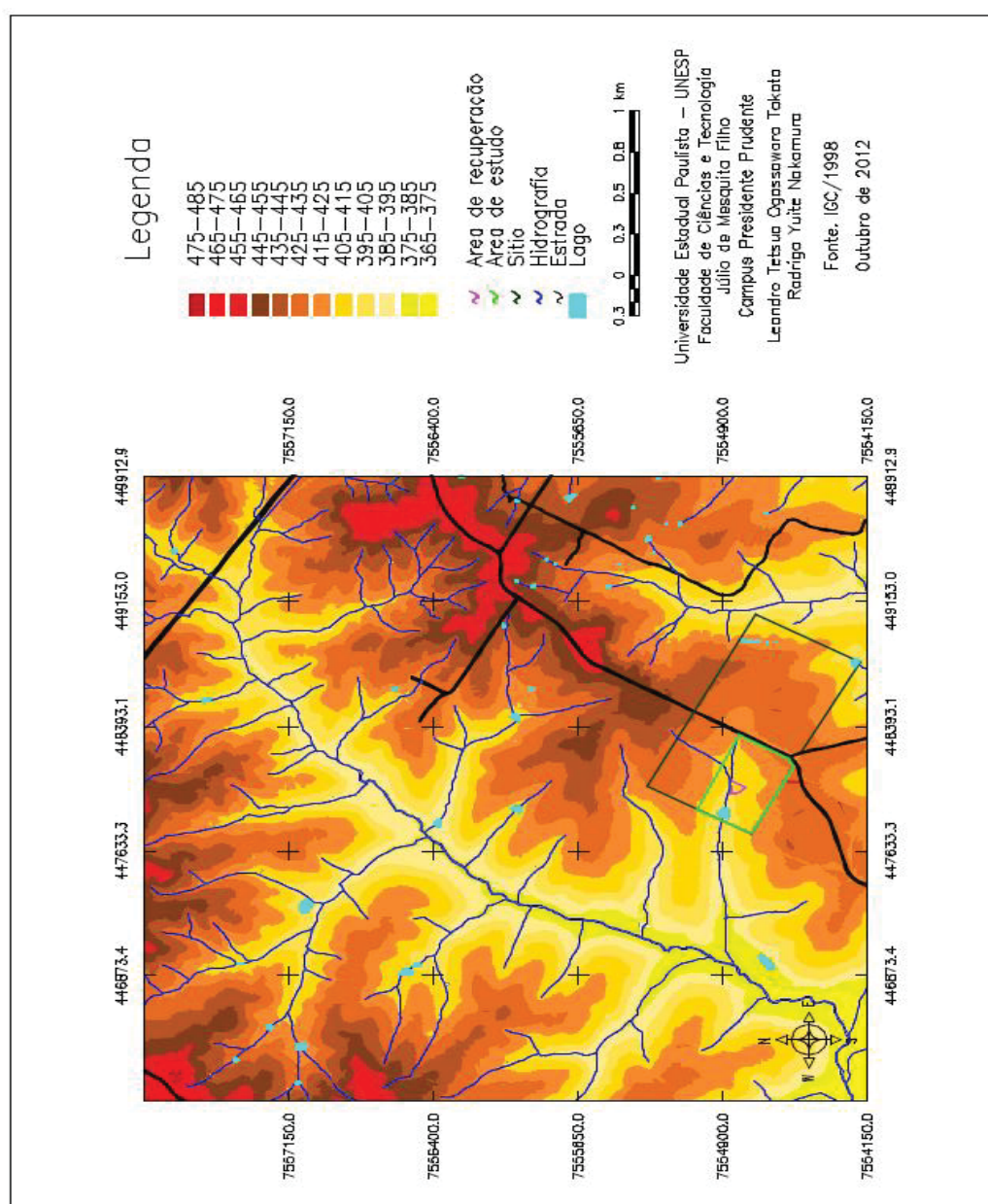


Figura 58. Mapa hipsométrico com a localização da área de estudo.

Fonte: Autores.

Essa diferença topográfica de 120m, associado a morfologia de relevos com predomínio de colinas com topos estreitos e planos, vertentes com declividades médias de 5% a 20%, e planícies aluviais de fundo chato e extremamente assoreadas, evidenciam a fragilidade natural do relevo a processos erosivos (Figura 59).

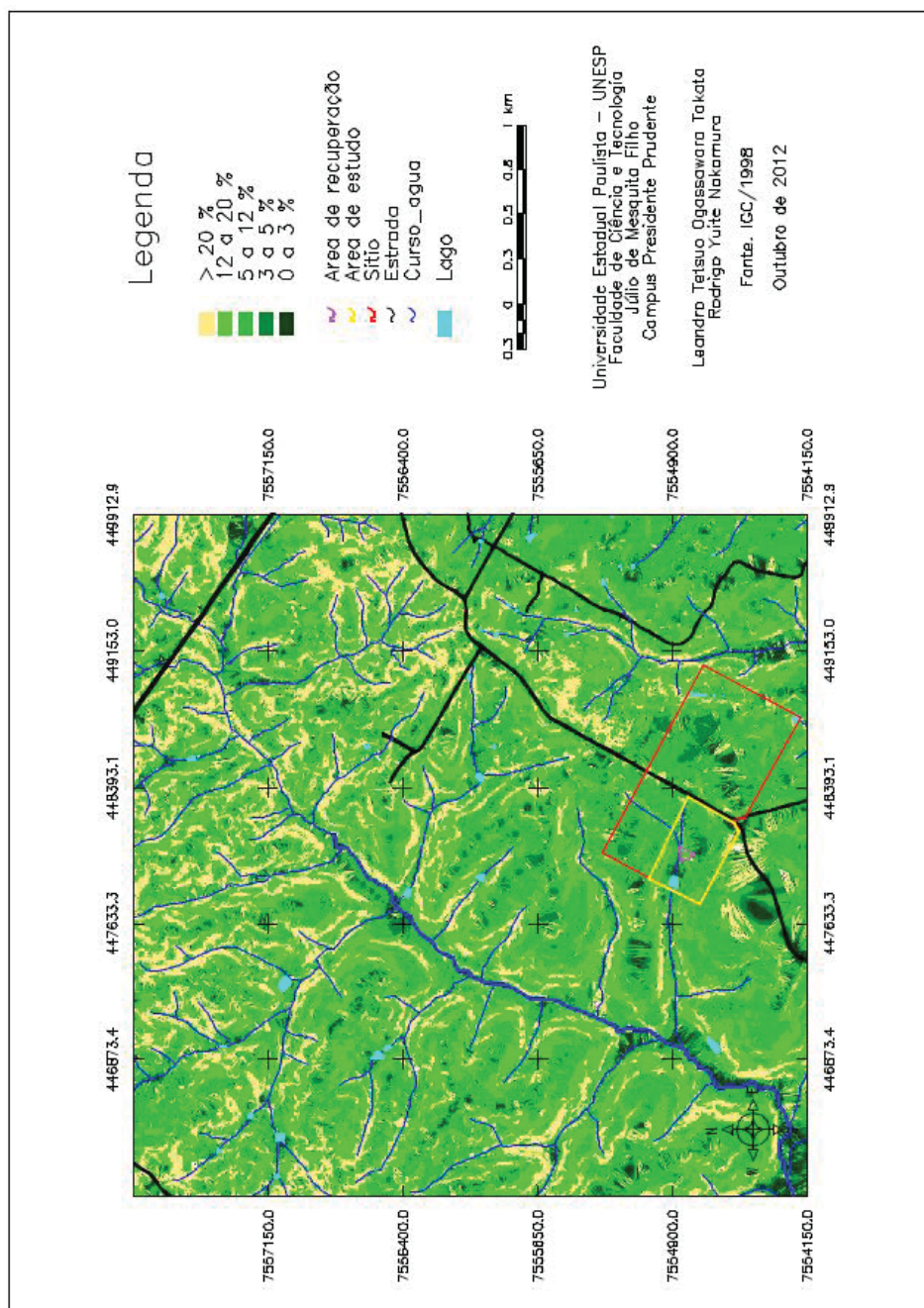
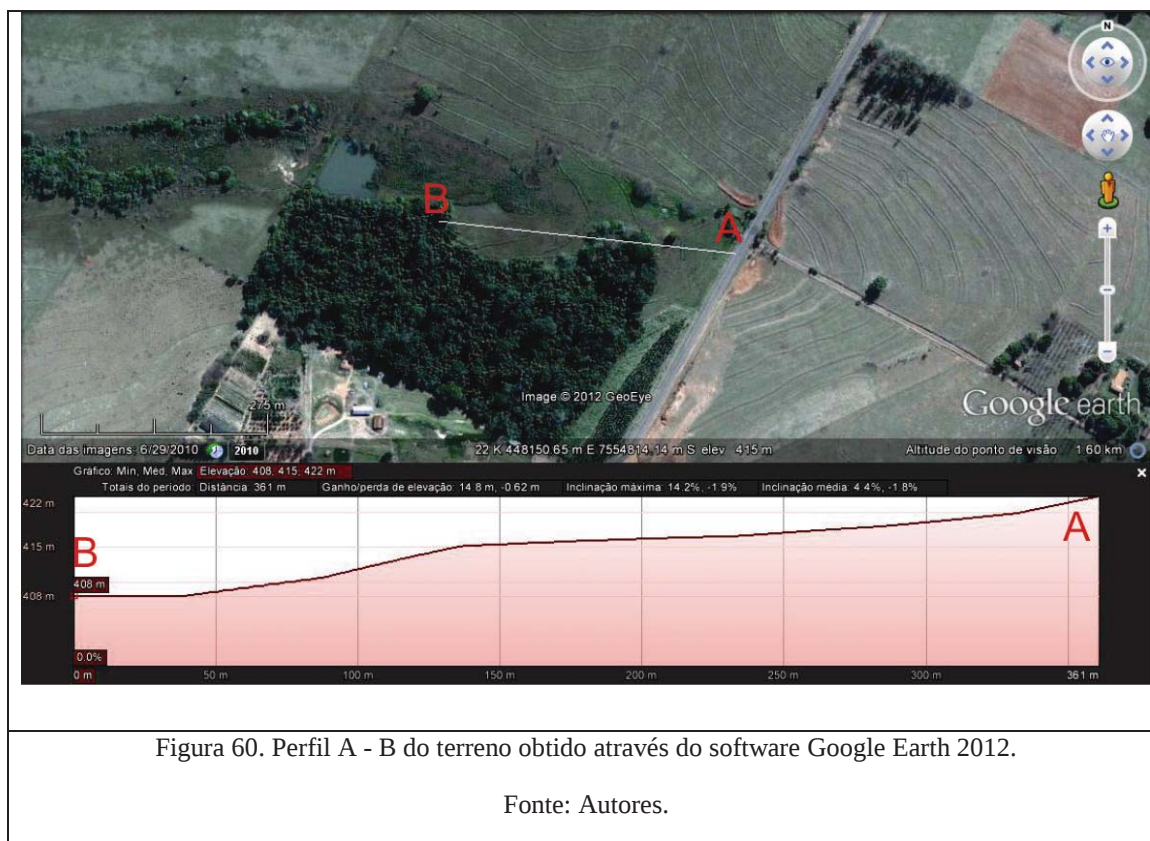


Figura 59. Mapa clinográfico com a localização da área de estudo.

Fonte: Autores.

A área de estudo apresenta fragilidade natural do meio físico associado ao mau uso (compactação/pisoteio do gado) e a falta de cobertura vegetal. Além disso, apresenta, segundo o mapa clinográfico, vertentes com declividades médias e conforme os dados de fracionamento (a seguir), um solo composto por areia fina originário de arenito da Formação Adamantina, que desencadeiam um maior grau de susceptibilidade à erosão superficial.

Para determinar onde seriam coletadas as amostras, foram levadas em consideração as características morfológicas da área de estudo. Neste aspecto, conforme o perfil topográfico (Figura 60) é possível observar que a área apresenta superfície plana, com poucos desníveis topográficos.



A partir dessa característica morfológica foi aberta uma trincheira, onde identificou 3 horizontes A, B e C.

Durante a abertura das trincheiras observou-se que nos horizontes A (10 cm) e o B (46 cm) havia presença de matéria orgânica e o C (73 cm), foi encontrado fragmentos de arenito em sua composição.

Assim como pode ser observado nos resultados das análises de granulometria (Tabela 9), o solo é caracterizado predominantemente por “Areia Franca”, ou seja, predomina alto teor de areia em sua composição. Esse resultado já era esperado devido ao fato de o local ser uma área de depósito de sedimentos heterogêneos provindo, principalmente do escoamento superficial de obras realizadas na estrada vicinal localizada a montante da área de estudo e a rocha de origem do material depositado é proveniente de arenito da Formação Adamantina.

Tabela 9. Classe textural das amostras.

| <b>Amostra</b>   | <b>Argila g. Kg<sup>-1</sup></b> | <b>Areia g. Kg<sup>-1</sup></b> | <b>Silte g. Kg<sup>-1</sup></b> | <b>Classe Textural</b> |
|------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| <b>A (10 cm)</b> | 0,665                            | 791,215                         | 208,120                         | Areia Franca           |
| <b>B (46 cm)</b> | 1,060                            | 648,235                         | 350,705                         | Franco Arenosa         |
| <b>C (73 cm)</b> | 0,620                            | 827,690                         | 171,690                         | Areia Franca           |

Devido a esse acúmulo de sedimentos, ao abrir a trincheira, foi possível observar o perfil do solo e notar que ele se apresenta antropização, ou seja, com várias camadas, não podendo ser observado camadas homogêneas como em solos onde não ocorre esse tipo de processo.

Pelo resultado obtido no fracionamento da areia (Tabela 10) pôde-se observar que foram predominantemente as partículas com diâmetro menor que 0,053 mm, evidenciando o fato de ser material proveniente de lixiviação.

Tabela 10. Fracionamento da areia.

| Amostra          | Muito grossa | Grossa   | Média    | Fina     | Muito fina | Ultra fina |
|------------------|--------------|----------|----------|----------|------------|------------|
|                  | %            | %        | %        | %        | %          | %          |
| <b>A (10 cm)</b> | 0,376681     | 2,03466  | 2,864892 | 22,14411 | 71,14919   | 0,745923   |
| <b>B (46 cm)</b> | 0,926262     | 0,358409 | 2,530086 | 12,3255  | 82,16766   | 0,601322   |
| <b>C (73 cm)</b> | 0,299696     | 0,172174 | 2,461865 | 31,23405 | 65,15866   | 0,418607   |

O resultado da análise química de fertilidade básica do solo, de modo geral apresentou pH abaixo da faixa ideal, de 5,5 a 6,0 (RAIJ et al., 2011), principalmente na profundidade de 20 cm nos pontos 1,2 e 3. Na profundidade de 40 cm apresentou valores mais próximos dos adequados, como no caso do ponto 4. (Figura 61)

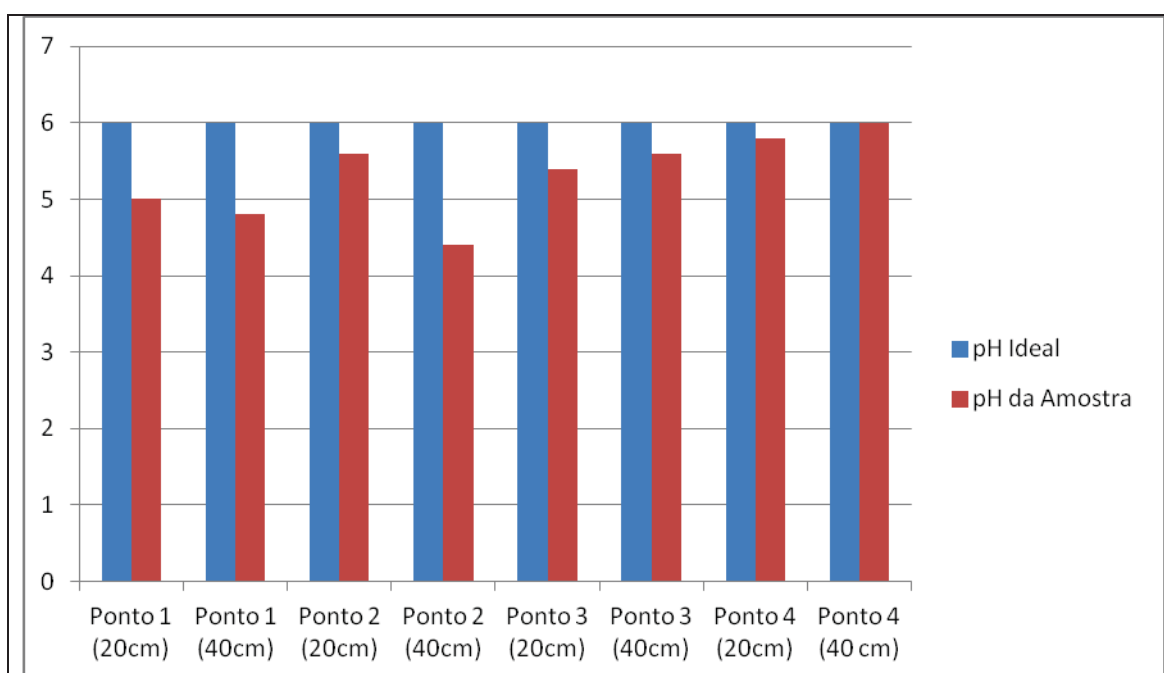


Figura 61. Gráfico comparativo entre pH ideal (pH = 6,0 adotado) e pH das amostras.

Fonte: Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE).

Segundo o professor e Engenheiro Florestal Edson Pirolli o pH é um fator limitante, intrínseco à adaptação das mudas, por isso foi realizada a calagem por meio de um adubo orgânico com teor de pH dentro da faixa de ótimo ecológico.

Outro fator relevante que estava praticamente ausente em todos os pontos e em todas as profundidades é o fósforo (Figura X, página X) que é encontrado em quantidades traços, comparado a faixa de ótimo ecológico que é de 6 a 8 mg/dm<sup>3</sup>. Por isso foi recorrido a utilização do NPK 10-10-10 granular, segundo orientação do professor e Engenheiro Florestal Édson Pirolli, ideal para crescimento vegetal, como forma de adequar o solo para o plantio das mudas.

Tendo em vista o uso da terra na área de estudo e os dados apresentados pelos mapas de hipsometria e declividade, associou-se o processo erosivo ao pisoteio do gado. Mesmo predominando solos com classe textural arenosa, e declividade de 5 a 12%, o escoamento superficial concentrado ocorre devido a compactação do solo pelo pisoteio do gado, que não permite maior infiltração de água, facilitando o escoamento.

O escoamento citado potencializou os processos erosivos dos solo, gerando perdas para o agricultor, uma vez que diminuiu a área cultivável onde ele poderia ter utilizado para a prática de sua atividade econômica.

As barreiras que foram montadas no local para conter e diminuir a velocidade de escoamento da água superficial em direção ao processo erosivo mostraram-se eficientes, tendo em vista que elas contiveram a água e os sedimentos transportados, permitindo maior infiltração no solo.

Nos sacos de ráfia, dispostos em frente à barreira de bambus, ocorreram o nascimento de grama e bambu, que se pressupõe uma maior estabilidade para a estrutura e o escoamento da água.

De forma comparativa, no âmbito temporal, a partir da confecção das barreiras notou-se uma diferença significativa, uma vez que anteriormente não havia vegetação no local e após a implantação das barreiras, o processo erosivo se estabilizou permitindo o crescimento da vegetação dentro do processo e estabilizou as encostas.

Em se tratar de resultados concretos, por meio de contagem, no total foram plantadas 570 mudas de espécies nativas sendo que desse número, 54 mudas não vingaram, representando perda de 9,47% do total.

No primeiro mês após o plantio, as mudas foram regadas a cada três dias para que fosse evitado o estresse hídrico, que foi observado, e para que elas pudessem se fixar com maior facilidade no local.

A grama roçada disposta ao redor da planta para cobrir o solo exposto se mostrou muito eficiente, já que, além de evitar a exposição direta do solo pelo raios solares, evitando um possível ressecamento do solo, manteve a umidade mitigando possível estresse hídrico que a planta poderia vir a sofrer em períodos mais secos, de calor intenso, como foi o inverno no município, no presente ano.

Foi acompanhado, visualmente, o crescimento das mudas e observou-se que algumas espécies apresentaram maior facilidade de adaptação e fixação e outras demonstraram uma fragilidade em se adaptar.

No local não havia a presença de formigas cortadeiras, fato que contribuiu para o melhor crescimento e adaptação da planta, havendo somente a competição com a vegetação rasteira local. Para que essa competição não viesse a prejudicar o crescimento das mudas, foi realizada a manutenção do local como o corte dessa vegetação, por meio da capina.

### **Considerações finais**

A proposta do PRAD foi concluída em junho, ao final do plantio das mudas e ela pode ser visualizada na Figura 62.

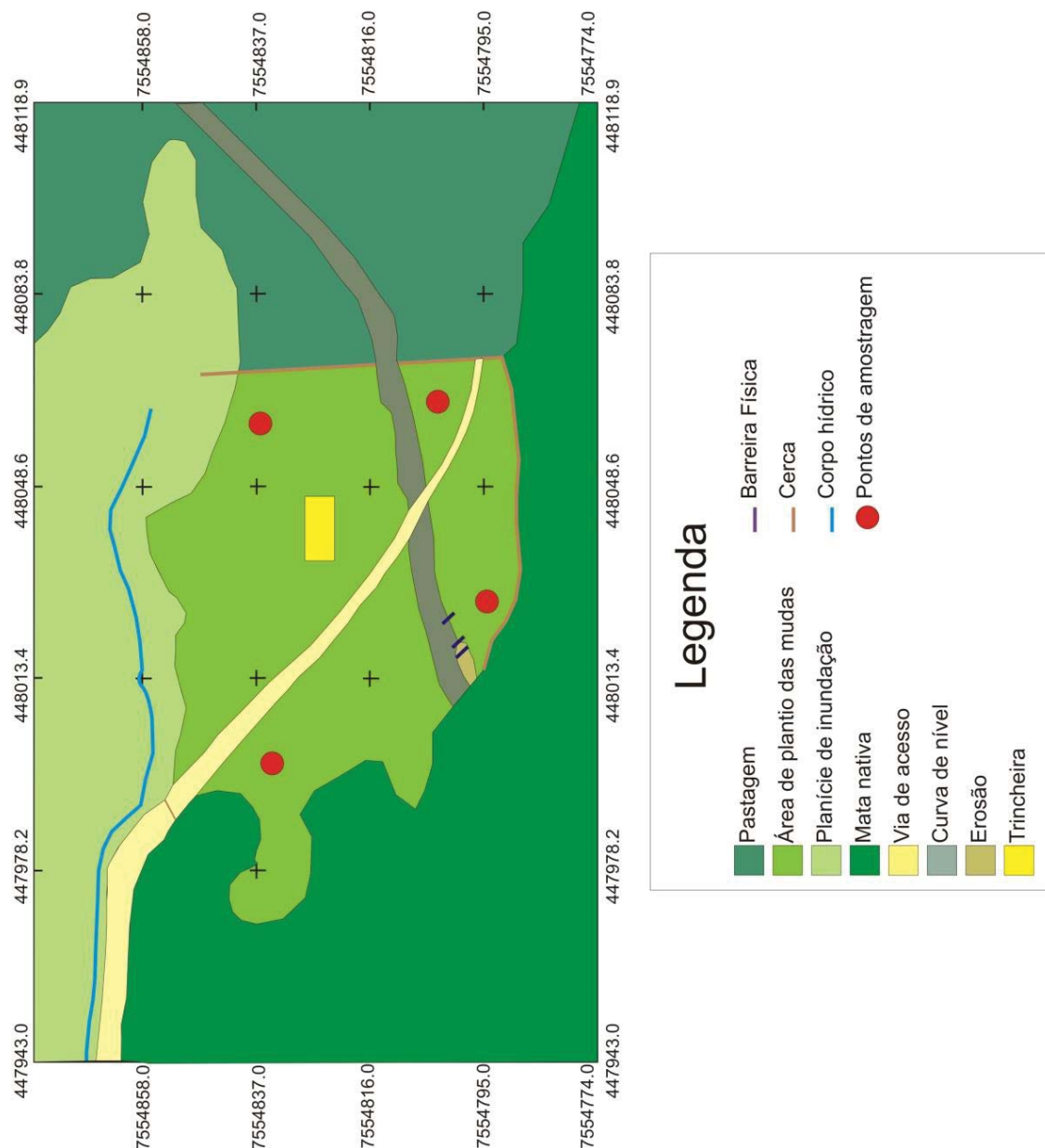


Figura 62. Proposta do PRAD.

Fonte: Autores.

O cenário de degradação da paisagem, na região do Oeste Paulista, devido ao pisoteamento proveniente da pecuária e monocultura em extensas áreas, foi abordado no presente estudo como fator decisivo que desencadeou, juntamente com a pluviosidade, processos erosivos, de lixiviação e deposição de sedimentos – de origem arenosa – em fundos de bacias hidrográficas, comprometendo todo o balanço hídrico local, funções e sucessões ecológicas e a fertilidade do solo. O arenito da Formação Adamantina que

originou o solo da área de estudo, juntamente com vertentes de declividades médias, práticas pastoris extensiva e a falta de cobertura vegetal foram fatores determinantes no grau de susceptibilidade à erosão superficial do local. Todos os mapeamentos, devidamente georreferenciados, serviram de base para a tomada de decisão para implantação do PRAD e caracterização da área de estudo.

Por meio do levantamento de informações obtidas de aspectos físicos (granulometria e fracionamento) – solo franco arenoso com predominância de areia com diâmetros menores que 0,0053 mm, proveniente de processos de lixiviação – e químicos do solo (fertilidade básica) – deficiência em quantidades de fósforo e pH abaixo da faixa ideal – observou-se que a área é resultado de deposição de sedimentos lixiviados e que a fertilidade do solo já está comprometida. Além disso, entre os resquícios florestais e um olho d'água, observou-se a presença de processo erosivo do tipo sulco e ravinas, que comprometia a estabilização e estrutura do solo no entorno.

Para solucionar a situação, optou-se pela utilização de técnicas alternativas de Bioengenharia, por meio de uma barreira de contenção de bambu e arame, no mês de abril de 2012 – acrescidos de sacos de ráfia preenchidos por solo do local que conferiram maior firmeza à estrutura – para que, inicialmente, ocorresse uma redução na velocidade do escoamento superficial e no volume de água que usualmente escoaria.

O solo da área estava comprometido e totalmente compactado devido à presença do gado, por isso – e para aumentar os pontos florestais e fluxo gênico de fauna e flora – foi optado pelo plantio de mudas nativas da região, doadas pela Duke Energy e Flora Vale, nos meses de maio e junho, após a preparação do solo para receber as mudas – compreende a capina, o coroamento e o coveamento. Esses dois meses não apresentaram pluviosidade expressiva, dessa maneira, houve a necessidade de visitas ao campo para irrigação e manutenção dos coroamentos.

Ao final do último trabalho de campo, datado de 31 de outubro, foram obtidos novos registros fotográficos de como estão as mudas, após 5 meses, com percentual de mudas que não vingaram em 9,47%, localizadas próxima onde foi feita a abertura da trincheira, sendo compostas principalmente por mudas nativas pioneiras. As fotos das mudas que não vingaram, que estão brotando novamente e a análise temporal de algumas mudas que vingaram podem ser visualizadas nas Figuras



Figura 63. Muda que não vingou.

Fonte: Autores. (Outubro, 2012)



Figura 64. Mudanças que estão brotando novamente.

Fonte: Autores. (Outubro, 2012)



Figura 65. Análise temporal das mudas que vingaram.

Fonte: Autores. (Outubro, 2012)



Figura 66. Análise temporal das mudas que vingaram.

Fonte: Autores. (Outubro, 2012)



Figura 67. Análise temporal das mudas que vingaram.

Fonte: Autores. (Outubro, 2012)



Figura 68. Mudanças que vingaram.

Fonte: Autores. (Outubro, 2012)

Também foram realizados registros fotográficos das barreiras de bambu e o estado dos sacos de rafia que apresentavam brotos de bambus e o surgimento de espécies vegetais aflorando, gerando maior coesão à estrutura de barramento na área ao entorno da erosão (Figuras 69 a 71).



Figura 69. Análise temporal da barreira 1.

Fonte: Autores



Figura 70. Análise temporal da barreira 2.

Fonte: Autores.



Figura 71. Análise temporal da cava.

Fonte: Autores.

Ainda, na última visita ao campo, observou-se uma paca nos arredores da área de mudas, o que validou a questão do fluxo gênico que tende a aumentar com o crescimento das mudas.

Conciliando a natureza com as atividades antrópicas, ainda seria possível a restituição local com fragmentos florestais, mas com um período de recuperação que duraria vários anos. O PRAD ajudará na revitalização e recuperação – mesmo que não seja total – da área por meio das mudas nativas e a técnica alternativa, da Bioengenharia, de contenção por barreiras, respectivamente. Na última visita ao campo, foi observado que as barreiras se integraram à paisagem local e está, aos poucos, ocultando a erosão. Além disso, destaca-se a grande vantagem referente aos baixos custos de implantação das estruturas e dos sacos de rafia – que foram optados devido ao seu baixo custo – já que possibilitou, observando visualmente, uma maior quantidade de água que infiltrou, reduziu a velocidade do escoamento superficial e aumentou a coesão superficial e subsuperficial da área onde se localiza o processo erosivo e seu entorno.

Em relação ao código florestal, nota-se uma grande perda de área de preservação visto que a faixa mínima a ser preservada era de 30 metros contados a partir da margem maior (área inundada em épocas de chuva intensa) e agora, com o novo código,

observamos uma faixa de cinco metros para propriedades de até um módulo fiscal, contados a partir do leito regular do rio.

Observa-se que o papel fundamental do PRAD é dar início à Sucessão Secundária no local, reintroduzindo condições naturais para o desenvolvimento de exemplares de fauna e flora, possibilitando, dessa forma, o retorno dos nichos ecológicos. É de suma importância que o Sr. Mário Yoite Ogassawara e familiares continuem com a manutenção das mudas até que elas possam prosseguir seu crescimento por conta própria. Dessa forma, o patrimônio natural e histórico-cultural pode ser preservado para as futuras gerações.

## Referências Bibliográficas

ARAÚJO, G. H. S., Almeida, J. R. e Guerra, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 5ª Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BERTONI, J. e Neto, F. L. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1999 – 4ª Ed.

BRASIL. **Lei 12.727, de 17 de outubro de 2012** – Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, Brasília, 2012.

BRITO, L. C. **Diagnóstico dos processos erosivos na zona rural do município de Balsas – MA** / São Luís, 2006

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. Ed. Ver. Atual. – Rio de Janeiro, 1997.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas: Ações em Área de Preservação Permanente, Voçorocas, Taludes Rodoviários e de Mineração**. – Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2009.

Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de geociência. **Mapa de Biomas do Brasil**. IBGE, 2004.

Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de geociência. **Mapa de Vegetação do Brasil**. IBGE, 2004.

RAIJ, et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos Tropicais**. Campinas. Instituto Agronômico de Campinas. 2011.

SÃO PAULO. **Resolução SMA 008, de 31 de janeiro de 2008** – Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas, Diário Oficial, Poder Executivo, São Paulo, SP, 1 de fevereiro de 2008, seção I, p. 31 e 32.

### **Referencias Consultadas**

ALMEIDA, J.R. et al. **Planejamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Ed.: Biblioteca Estácio de Sá, 1993.

ALVES, A.O. **Planejamento ambiental Urbano na Microbacia do Córrego Colônia Mineira-Presidente Prudente/SP**. Presidente Prudente, Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNESP, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2004.

BARBOSA, Luiz Mauro. **Considerações Gerais e Modelos de Recuperação de Formações Ciliares**. In: RODRIGUES, Ricardo Ribeiro & LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação** – 2.ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001. Cap. 15.4, p. 289 – 312.

BARBOSA, L. M. coord. **Manual para Recuperação de Áreas Degradadas do Estado de São Paulo: Mata Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

BOIN, M. N. **MANUAL PRÁTICO DA PROMOTORIA DE JUSTIÇA DO MEIO AMBIENTE (ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE: Uma visão Prática.)**. 3ºed. São Paulo.2005.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**. In: GUERRA, A.J.T. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL, CONSTITUIÇÃO, 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado federal, Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Decreto 6.660, de 21 de novembro de 2008** – Regulamenta dispositivos da Lei 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, Brasília, 2008.

BRASIL. **Decreto 24.643, de 10 de Julho de 1934** – Decreta o Código de Águas, Rio de Janeiro, 1934.

BRASIL. **Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981** – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, Brasília, 1981.

BRASIL. **Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997** – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, Brasília, 1997.

BRASIL. **Lei da Mata Atlântica:** Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 [e] Resolução CONAMA nº 388, de 23 de fevereiro de 2007 / Editor Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica; revisão João L. R. Albuquerque, Clayton F. Lino. - - São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2007. 54 p. ; 21 cm. - - (Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Políticas Públicas; 33).

BRASIL. **Lei 11.428, de dezembro de 2006** – Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências, Brasília, 2006.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012** – Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, e dá outras providências, Brasília, 2012.

BRASIL. **Medida Provisória 571, de 25 de maio de 2012** – Altera a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a

Medida Provisória 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, e dá outras providências, Brasília, 2012.

BRASIL. **Resolução Conama 303, de 20 de março de 2002** – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, Dou nº 90, 12 de maio de 2002, seção 1, p. 67 – 68.

BRASIL. **Resolução Conama 429, de 28 de fevereiro de 2011** – Dispõe sobre a metodologia de recuperação de Áreas de Preservação Permanente – APPs, Dou nº 43, 02 de março de 2011, p. 76.

BRASIL. **Resolução SMA 47, de 26 de novembro de 2003** – Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas.

BRASIL. **Resolução SMA 58, de 29 de dezembro de 2006** – Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas.

CALHEIROS, R. de Oliveira et al. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRM, 2004.

CAVALCANTI, A.P.; SILVA, E.V.; RUA, A; RODRIGUEZ, J.M.M (1997)

**Desenvolvimento Sustentável e Planejamento: bases teóricas e conceituais**. Editora da Universidade Federal de Piauí. Teresina. Brasil, 251p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CPTI - Cooperativa de Serviços, Pesquisas Tecnológicas e Industriais. **Diagnóstico de situação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema – CBH - PP - (Relatório Zero)**, Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22, 1999.

CUNHA, S. B. e Guerra, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil** – 2ª Ed – Rio de Janeiro – Bertrand Brasil, 2001.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A. J. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A. J. Teixeira. **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

DIBIESO, E. P. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Cedro – Presidente Prudente/SP**. Presidente Prudente, Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNESP, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2007.

GUERRA, A. J. T, Silva, A. S., e Botelho, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A.J.T. e MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, 2º ed, 2004.

LEAL, A.C. **Gestão de Bacias Hidrográficas, Planejamento e Educação Ambiental**. Presidente Prudente :Departamento de Geografia, FCT-Unesp, 2007.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**.18.ed. São Paulo:Malheiros Editores,2010.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. p.143

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

NASCIMENTO, W. M., VILLAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: **Planejamento e Gerenciamento**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros - Três Lagoas, MS, Nº 7-ano 5, 2008.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente**. Presidente Prudente. Tese (Doutorado em Geografia) - UNESP, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2002.

RODRIGUEZ, J.M.M, SILVA, E.V da, CAVALCANTI, A.P.B. **Geoeecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004

RODRIGUES, R. R. & LEITE FILHO, H. de F. **Matas Ciliares – Conservação e Recuperação**. 2 ed. São Paulo – SP. Editora Fapesp, 2001.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Cadernos da Mata Ciliar** – N 1 (2009) – São Paulo: SMA, 2009.

SETTI, A.A., A necessidade do uso sustentado dos recursos hídricos. IBAMA, Brasília, 1994.344p;

SÃO PAULO. **Lei Estadual 12.183, de 29 de Dezembro de 2005** – Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores e dá outras providências, Palácio dos Bandeirantes, 2005.

SOARES, L.M.C e VIANA, E.H. **Caracterização Ambiental das Bacias do Embiri e Palmitalzinho, no Alto Curso do Rio Santo Anastácio:propostas de matas ciliares**.

WADT, G.S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 29 p. il. (Embrapa Acre. Documentos, 90).

WHITE, R. E. **Princípios e Práticas da Ciência do Solo – O solo como um Recurso Natural**. São Paulo, Andrei Editora, 4ª Ed, traduzida, 2009.

