UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

JOSÉ EDUARDO PERINA PADILHA

EROSÃO ACELERADA, LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO: O CASO DA FAZENDA EXPERIMENTAL DE IGUATEMI – MARINGÁ-PR

MARINGÁ – PARANÁ
2008

JOSÉ EDUARDO PERINA PADILHA

EROSÃO ACELERADA, LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO: O CASO DA FAZENDA EXPERIMENTAL DE IGUATEMI – MARINGÁ-PR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Nakashima

Maringá-Paraná
2008

DEDICO

Aos meus pais, José Roberto (in memoriam) e Clarice

pela assistência e paciência.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos presentes durante essa caminhada, que serviram de apoio e deram rumo para buscar meus propósitos;

Ao amigo Bráulio Jordão, Henrique Matera e Caio F. Amaral pela colaboração durante as pesquisas e trabalho de campo;

Ao professor Dr. Paulo Nakashima pela longa orientação;

A todos colegas de graduação, que participaram de forma direta ou indireta no desenvolvimento da pesquisa;

A Loredana Constantin, pela paciência e colaboração durante a pesquisa.

EPÍGRAFE

"Uma vez tomada a decisão de não dar ouvidos mesmo aos melhores contra-argumentos: sinal do caráter forte. Também uma ocasional vontade de se ser estúpido."

FRIEDRICH NIETZSCHE

SUMÁRIO

ÍNDICE 6
LISTA DE FIGURAS 8
LISTA DE TABELAS 10
LISTA DE GRÁFICOS 11
RESUMO 12
ABSTRACT 13
1. INTRODUÇÃO 14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 16
3. ÁREA DE ESTUDO 29
4. MATERIAIS E MÉTODOS 38
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 43
6. CARTA DE EROSÃO 86
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 87
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 89

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 14

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 16

2.1 SOLO – DEGRADAÇÃO E EROSÃO 16

2.2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO 18

2.3 USO DO SOLO E SUA CONTRIBUIÇÃO NOS PROCESSOS EROSIVOS 19

2.3.1 Cobertura vegetal 21

2.3.2 Pisoteio 21

2.4 A ÁGUA 22

2.5 EROSÃO HÍDRICA, PROCESSOS E FORMAS, PERTINENTES A FEI 22

2.5.1 Efeito Splash (gotejamento) 22

2.5.1.2 Selagem do solo 24

2.5.2 Erosão laminar 24

2.5.3 Erosão em sulcos 25

2.5.4 Erosão em Ravinas (sulcos relativamente profundos) 26

2.6 INTEMPERISMO E EROSÃO 26

2.7 CLASSES DE EROSÃO 27

3. ÁREA DE ESTUDO 29

3.1. LOCALIZAÇÃO 29

3.2. GEOLOGIA 30

3.3. RELEVO 30

3.4. SOLOS 33

3.5. VEGETAÇÃO 33

3.6. CLIMA 35

4. MATERIAIS E MÉTODOS 38

4.1 TRABALHO DE GABINETE 38

4.1.1 Levantamento Bibliográfico 38

4.1.2 Levantamento de documentos Cartográficos 38

4.1.3 Elaboração de Cartas Auxiliares 38

4.2 TRABALHO DE CAMPO 39

4.2.1 Descrição Pedológica 39
4.2.2 Análise bidimensional da vertente 39
4.2.3 Análise e Interpretação de Imagens Orbitais e Aéreas 39
4.3 Elaboração da Carta de Capacidade de Uso do Solo 40
4.4 Elaboração da Carta de Erosão 40
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 43
5.1. SOLOS – FEI 43
5.1.1 DESCRIÇÃO DO SOLO 45
5.1.1.1 LATOSSOLO VERMELHO 45
5.1.1.2 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO 47
5.1.1.3 PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico 48
5.1.1.4 NITOSSOLO VERMELHO 50
5.1.1.5 GLEISSOLO 52
5.1.1.6 NEOSSOLO LITÓLICO 54
5.1.1.7 NEOSSOLO FLÚVICO 56
5.2. TOPOSSEQUÊNCIA – FEI 57
5.3 PERFIL FITOFISIONÔMICO – FEI 62
5.4. CAPACIDADE DE USO DO SOLO – FEI 63
5.5 A CARTA DE EROSÃO (ELABORAÇÃO) 67
5.5.1 SETOR 1 – Área de pastagem 68
5.5.2 – SETOR 2 – Área de floresta e reflorestamento 74
5.5.3 – SETOR 3 – Área de culturas cíclicas 75
5.5.4 SETOR 4 – Área de culturas permanente 78
5.5.5 SETOR 5 – Área de preservação permanente 79
5.5.6 – SETOR 6 – Construções benfeitorias e ajardinamento 83
6. CARTA DE EROSÃO 86
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 87
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 89

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização FEI. 29
Figura 02: Carta hipsométrica FEI. 31
Figura 03: Carta de declividade FEI. 32
Figura 04: Uso do Solo – FEI. 34
Figura 5: Carta de solos – FE. 44
Figura06: LATOSSOLO VERMELHO 46
Figura07: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO 48
Figura08: PLINTOSSOLO ARGILÚVIO Distrófico 50
Figura 09: Agregado do horizonte plíntico 50
Figura09: NITOSSOLO VERMELHO 52
Figura10: GLEISSOLO 54
Figura11: NEOSSOLO LITÓLICO 55
Figura12: NEOSSOLO FLÚVICO 57
Figura 13: Topossequência FEI. 61
Figura 14: Perfil Fitofisionômico FEI. 63
Figura 15 – Capacidade de uso do solo – FEI. 65
Figura 16: Erosão laminar intensa no ponto 390039m E, 7416167m S. 68
Figura 17: Sulco de erosão em pastagem no ponto 390039m E, 7416167m S. 69
Figura 18: Deposição acelerada no ponto 390010m E, 7416179m S. 69
Figura 19: Sulco preenchido por areia no ponto 390009m E, 7416192m S. 70
Figura 20: Área completamente degradada devido à erosão laminar. 70
Figura 21: Área de deposição acelerada próximo ao fundo de vale. 71
Figura 22: Imagem de satélite de pastagem degradada. 72
Figura 23: Deposição acelerada em pastagem. 73
Figura: 24 Trilha de pisoteio aprofundada. 73
Figura 25: Terracete causado pelo pisoteio do gado. 74
Figura 26: Barreira artificial para contenção do processo de ravinamento. 74
Figura 27: Ravina em área de floresta. 75
Figura 28: Sulco em lavoura de aveia. 76

Figura 29: Clarão aberto em lavoura de aveia devido à deposição acelerada proveniente de sulcos e lâminas de erosão. 76
Figura 30: Entulhamento de curva de nível com material arenoso. 77
Figura 31: Sulcos à margem de estrada rural. 78
Figura 32: Efeito causado pelas gotas da chuva. 78
Figura 33: Ravina no interior da mata ciliar. 79
Figura 34: Processo de ravinamento. Ação das raízes na estabilização solo. 80
Figura 35: Processo de ravinamento em solo raso e desprotegido 80
Figura 36: Área degradada devido a ação conjunta de feições erosivas 81
Figura 37: Imagem de satélite. Clarão aberto em área de preservação permanente, respectivos às figuras 35 e 36. 81
Figura 38: Ravina em solo coluvial. 82
Figura 39: Sedimento removido e depositado no canal de drenagem, responsável pelo assoreamento do canal 83
Figura 40: Deslizamento em corte no barranco 84
Figura 41: Ação das gotas sobre o solo. 84
Figura 42: Trilha gerada por pisoteio humano em área de ajardinamento. 85
Figura 43: Carta de Erosão Acelerada 86

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – efeitos do tipo de uso do solo sobre as perdas por erosão_____ 19
Tabela 02: Perda de solo ton/hectare ano _____ 20
Tabela 03: Altura necessária na qual a gota atinge 95% da sua velocidade terminal_____ 23
Tabela 05: Precipitação média mensal em milímetros_____ 35
Tabela 06: Sondagens_____ 58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Precipitação média mensal em milímetros. (2006 a 2008)_____ 36
Gráfico 02: Média mensal de temperaturas na FEI em 2006_____ 36
Gráfico 03: Média mensal de temperaturas na FEI em 2007_____ 36
Gráfico 04: Média mensal de temperaturas na FEI em 2008_____ 37
Gráfico 05: Espessura do horizonte A por ponto de tradagem_____ 62

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo, desenvolver cartas e dados voltados para análise, distribuição e localização dos agentes erosivos presentes na área da Fazenda Experimental de Iguatemi – FEI, adaptado a pouco recurso financeiro. Análise e Interpretação de imagens aéreas e orbitais, associadas às pesquisas de campo constituem a base da pesquisa. Os processos, formas, e extensões de cada feição erosiva, foram representados na carta de erosão acelerada, através de formas e cores diferentes assim como tamanho. A Carta de Erosão Acelerada, foi a representação final de todas as análises e resultados obtidos durante a pesquisa, que por este fato, possibilitou dividir a área da FEI em setores.

A erosão acelerada na Fazenda Experimental de Iguatemi, reflete o impacto do uso do solo nos últimos 50 anos, assim como peculiaridades quanto à distribuição, localização e características das feições erosivas atuantes na FEI. A pesquisa permitiu encontrar o solo e seu uso mais afetado pelos processos erosivos. As áreas menos afetadas se encontravam em alta vertente, baixa declividade e sob forte cobertura vegetal, porem o mau planejamento humano, possibilitou que algumas dessas áreas fossem atingidas pelos processos erosivos.

Palavras-chave: Erosão, FEI, uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

This research had for objective, to develop maps and data directed toward analysis, distribution and localization of the erosive agents gifts in the area of the Experimental Farm of Iguatemi - FEI, adapted the little financial resource. Analysis and Interpretation of aerial and orbital images, associates to the field research constitute the base of the research. The processes, forms, and extensions of each type of erosion, had been represented in the erosion map, through different forms and colors as well as size. The map of Erosion, was the final representation of all the analyses and results gotten during the research, that for this fact, it made possible to divide the area of the FEI in sectors.

The erosion in the Experimental Farm of Iguatemi, reflects the impact of the use of the ground in last the 50 years, as well as peculiarities how much to the distribution, localization and characteristics of the operating erosive types in the FEI. The research allowed to more find the ground and its use affected by the erosive processes. The affected areas less if found in high source, low declivity and under strong vegetal covering, to put the bad human planning, made possible that some of these areas were reached by the erosive processes.

Keywords: Erosion, FEI, use and occupation of the ground.

1. INTRODUÇÃO

O homem sempre dependeu dos recursos naturais para sobreviver, entre eles, o solo, que lhe serviu como base para retirar seu sustento. O solo representa um dos maiores recursos naturais para a humanidade, através dele, são produzidos praticamente todos os alimentos para a sociedade.

Devido à grande importância do solo, o seu uso deve ser racional, feito através de um desenvolvimento sustentável que o proteja da degradação. Para esse uso racional é importantíssimo o conhecimento dos solos e de suas propriedades e capacidades.

Sendo assim o conhecimento de suas características fornecem subsídios para a avaliação de sua potencialidade agrícola. E o processo erosivo, como um dos mais perigosos processos de destruição do solo, deve ser analisado de forma cuidadosa, buscando chegar a um uso sustentável. Desta maneira, diversos tipos de estudos são direcionados a esta temática, aprimorando a cada ano, técnicas de manejos, adequado-as às mudanças e avanços tecnológicos que se multiplicam nas práticas agrícolas através dos anos. São grandes os problemas indiretamente ligados a pratica agrícola, que de uma forma ou de outra, acaba que por influenciar, práticas agrícolas inadequadas, a fim de se estabelecer ganhos maiores a curto prazo, porém temos exemplos no passado, de resultados devastadores de más práticas agrícolas, principalmente no controle de erosão, como no caso da Mesopotâmia, durante período Babilônico, onde canais de irrigação mal planejados acabaram por depositar sedimentos dos rios Eufrates e Tigres, que por sua vez foram obrigados a desviar seus cursos naturais. Em contramão a estes processos, alguns povos antigos já se atentavam para a necessidade de planejamento agrícola, como o da Itália no Império Romano, onde praticas agrícolas adequadas à época eram eficazes no controle da erosão.

Atualmente diversos países sofrem com o problema, da erosão, o México já perdeu grande parte das suas terras devido à erosão. No Equador, o pastoreio em áreas inapropriadas devido à declividade acaba por representar grande fatia dos problemas de erosão do país. Segundo BERTONI E LOMBARDI NETO (1993) o Brasil, embora seja privilegiado em áreas agricultáveis, sua localização não é das melhores, devido ao clima e em diversas áreas, más condições de

origem geológica e terrenos com alta declividade dificultam o cultivo em grande parte dos solos brasileiros.

O estudo da problemática da erosão segundo BIGARELLA & MAZUCHOWSKI (1985), deve ser fundamentada na dinâmica hídrica, proveniente das precipitações pluviométricas, que ao entrar em contato com o solo, inicia seu trabalho mecânico através do transporte das partículas.

Os estudos científicos detalhados visam fornecer bases adequadas, para que usuários e planejadores, apontem soluções mais adequadas para aproveitamento do uso da área. A degradação do solo acima de tudo, não afeta somente solos de terras agrícolas, mas também todas outras sem proteção adequada, até áreas com vegetação natural vem sofrendo com esse tipo de degradação. Segundo GUERRA et al (1999) cerca de 15% das terras são atingidas pela degradação, e os problemas erosivos no Brasil, atualmente, são combinações de desenvolvimento rápido, fragilidade dos solos e um regime climático imperdoável. E o grande desafio não é reconhecer meramente os problemas físicos, mas também sócio-econômicos.

Portanto o presente trabalho busca fornecer bases cartográficas adequadas, a usuários e planejadores, estabelecerem técnicas de uso e manejo mais próximas do ideal, através do contato com cartas mais detalhadas da área da Fazenda Experimental de Iguatemi.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SOLO – DEGRADAÇÃO E EROSÃO

Erosão é um processo de desprendimento das partículas do solo, seus principais agentes são a água e o vento. A transformação do solo é um processo permanente, através da alteração das rochas e de processo pedogenéticos de caráter físico, químico e orgânico, este é o processo que vem "equilibrar" o processo dinâmico, chamado de erosão. A natureza busca um equilíbrio para este processo, conhecido como erosão normal, porém a quebra deste equilíbrio por aumento da erosão é conhecido como erosão acelerada. Tendo o processo de formação do solo, um déficit em relação à erosão do solo.

Os materiais alterados são aqueles que compõem a estrutura da vertente, ou seja, que se encontram na superfície ou subsuperfície do terreno, e estão sofrendo desgaste por erosão. O termo conhecido como equilíbrio meta-estável, se dirige a explicar, uma troca compensatória, em via de regra, o desgaste sofrido pelo solo devido a erosão e é compensado pelo intemperismo sofrido pela rocha. Ou seja, a quebra deste equilíbrio pode afetar de forma lenta ou acelerada a destruição deste solo. A erosão causada pelo escoamento superficial, pode ser acelerada, se o terreno apresentar características físicas que influenciem na velocidade do escoamento superficial. A ação da gravidade em encostas íngremes contribui para este processo

O agente erosivo mais importante é a água, que através de rios, córregos, chuvas, mares, lagos, ou seja, onde há água em movimento, acaba por transportar partículas e iniciar processos erosivos. Como vivemos sobre a superfície do planeta Terra, e em sua grande maioria, ele é coberto por solo, é nele que desenvolvemos todas as relações sociais e econômicas. É sobre ele, que moramos, plantamos, construímos, ou seja, é de fundamental importância seu equilíbrio com as práticas humanas. O solo é uma das maiores riquezas renováveis que dispomos e sua recuperação quando degradado é extremamente lenta e difícil. Segundo BERTONI E LOMBARDI NETO (1993), a erosão do solo, afeta a vida de diversas maneiras, e é extremamente difícil entender sua magnitude. De acordo com BIGARELLA E MAZUCHOWSKI (1985), o noroeste do Paraná, em áreas de cultivo intensivo perdia cerca de 1 cm de solo por ano.

Quando o homem ocupa uma região sem planejamento adequado, favorece a amplitude de condições de alta energia no ecossistema, devido a mudanças hidrológicas causadas pelo desmatamento indiscriminado, alterações superficiais e alteração na permeabilidade de grandes áreas, entre outros fatores.

Afirmam ainda, que o relevo mais ou menos acidentado, as condições climáticas com precipitações relativamente elevadas e a natureza dos solos, tornam o estado do Paraná altamente vulnerável aos processos erosivos.

MAZUCHOWSKI E DERPSCH (1984), assegura que entre os fatores que mais contribuem para a quantidade de perda de solo, por erosão, em terras agrícolas, destacam-se o grau de cobertura do solo (plantas, restevas), e a intensidade de movimentação e desagregação do solo pelas operações de preparo.

Sobre a importância das florestas BIGARELLA E MAZUCHOWSKI (1985), afirmam que elas restringem o efeito das amplitudes térmicas e da umidade. A ausência da vegetação densa faz com que os solos sofram contrações e dilatações, abrindo-se fendas no terreno. Estas favorecem a infiltração e percolação das águas diminuindo a resistência e coesão do material subsuperficial inconsolidado, assim favorecendo a erosão. O desmatamento contribui para anular o efeito estabilizador da floresta, aumentando as possibilidades de elevação temporária do lençol freático e a conseqüente saturação hídrica do subsolo com efeito de promover movimento de massa.

Para o IPT (1980) a erosão é um processo de desagregação e remoção de partículas do solo ativadas pela ação conjunta da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos, abrangendo dois principais eventos, o impacto causado pelas gotas da chuva e o escoamento superficial das águas (runnoff).

Na área da FEI o principal mecanismo de erosão a ser considerado é a chuva, devido às características climáticas da região. O reconhecimento do local, assim como suas características geológicas, pedológicas, topográficas, cobertura vegetal, uso do solo são de fundamental importância, na prevenção da erosão acelerada. Ou seja, a chuva, a infiltração, a topografia do terreno, a cobertura vegetal e a natureza do solo, influenciam nos processos erosivos. Daí a importância do conhecimento das características físicas do solo para o manejo.

2.2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO

Cor: apresentam diversas tonalidades, a umidade, quantidade de matéria orgânica, óxidos de ferro podem influenciar na coloração do solo. A cor tem pouca importância, porém pode auxiliar no reconhecimento de outras características, um instrumento fundamental para esse tipo de avaliação é a tabela de cores (Munsell Soil Color Charts);

Textura: distribuição quantitativa dos tamanhos das partículas que compõe o solo, porém considera-se as partículas de tamanho pequeno como argila, silte e areia, pois elas têm importância maior devido ao tamanho dessas partículas, já que muitas das propriedades físico e químicas da porção mineral do solo dependem dessas partículas. Nenhum solo é composto apenas por um tamanho de partícula, por isso há algumas denominações com franco-arenosa, argilosa, etc. A textura são de extrema importância no manejo e suas características dependem do material de origem, por isso a diferenciação de textura constatada na FEI, o solos são originários de duas rochas diferentes, o arenito, onde os solos apresentam textura predominantemente arenosa e o basalto com solos mais argilosos devido sua composição mineralógica. Portanto a textura é um dos fatores mais importantes na determinação do uso do solo;

Estrutura: forma como se arranjam as partículas no solo, classifica-se de acordo com sua forma, tamanho e grau de desenvolvimento. Portanto elas podem ser alteradas de acordo com as práticas de manejo adotadas. É ela que determina o grau de permeabilidade da água, resistência ao enraizamento das plantas e resistência também à erosão.

Porosidade: quantidade de espaços ocupados por gazes ou por líquidos em relação ao ocupado pela massa do solo. A compactação a redução do teor de matéria orgânica interferem diretamente neste fator.

Permeabilidade: quantidade de ar e água capaz de atravessar o solo, diretamente ligada ao tamanho, volume e distribuição dos poros. Uma das características físicas mais importantes para práticas de manejo.

2.3 USO DO SOLO E SUA CONTRIBUIÇÃO NOS PROCESSOS EROSIVOS

A principal problemática quanto ao uso do solo, são geradas de formas distintas em áreas urbanas e áreas rurais. De um lado as construções e implantação da malha urbana, acabam por impermeabilizar o solo, diminuindo o nível dos lençóis freáticos e concentrando a água de escoamento superficial de forma irreparável e incontrolável. Fazendo com que, qualquer chuva concentrada, transforme ruas e avenidas, em canais de drenagem intermitentes. E canais naturais de drenagem, sejam totalmente desestabilizados, devido à nova demanda de água resultante da impermeabilização da malha urbana, assim como intervenções mal planejadas, no seu curso normal, como pontes, tubulações, construções, entre outros.

Já na área rural, o problema se agrava principalmente, com a falta de técnicas de uso e manejo do solo, principalmente em áreas com declividades mais excessivas. O uso do solo em áreas agricultáveis deve se atentar muito, para as características do local, assim como as características físicas do solo, a topografia do terreno e as condições climáticas, para assim, se estipular as práticas agrícolas mais adequadas às condições do local. A retirada de cobertura vegetal, cultivo agrícola, pecuária, entre outras práticas, podem contribuir para surgimento de feições erosivas, quando elaboradas sem os cuidados necessários.

A tabela 01 apresentada por BERTONI E LOMBARDI NETO (1993), trata dos efeitos do tipo de uso do solo sobre as perdas por erosão, de acordo com as médias ponderadas para três tipos de solo do Estado de São Paulo.

Tipo de Uso	**Perdas de**	
	Solo	**Água**
	ton/hectares	% da chuva
Mata	0,004	0,7
Pastagem	0,4	0,7
Cafezal	0,9	1,1
Algodoal	26,6	7,2

Tabela 01 – efeitos do tipo de uso do solo sobre as perdas por erosão.

Já a tabela 02 apresentada por BERTONI E LOMBARDI NETO (1993), trata de perda de solo por erosão em diferentes tipos de culturas anuais, com médias de 1300 mm de chuva e declive entre 8,5% e 12,8%.

Cultura Anual	**Perdas de**	
	Solo	**Água**
	ton/hectares	**% da chuva**
Mamona	41,5	12
Feijão	38,1	11,2
Mandioca	33,9	11,4
Amendoim	26,7	9,2
Arroz	25,1	11,2
Algodão	24,8	9,7
Soja	20,1	6,9
Batatinha	18,4	6,6
Cana-de-açucar	12,4	4,2
Milho	12	5,2
Milho + Feijão	10,1	4,6
Batata-doce	6,6	4,2

Tabela 02: Perda de solo ton/hectare ano.

De acordo com BERTONI E LOMBARDI NETO (1993), dando-se 100 para a cultura que apresentou maior perda de solo, sua classificação ficou dessa maneira: mamona 100, feijão 92, mandioca 83, amendoim 64, arroz 60, algodão 60, soja 48, batatinha 44, cana-de-açúcar 30, milho 29, milho + feijão 24 e batata-doce 16. Porém devemos no atentar, para as culturas que tomam grandes áreas, e não necessitam de muitos cuidados no seu cultivo, e acabam sendo cultivados em áreas irregulares, contribuindo de forma muito mais marcante nos diversos processos de degradação ambiental, mais diretamente no processo de desertificação.

BERTONI E LOMBARDI NETO (1993) afirmam também que a chuva é um dos principais fatores climáticos na erosão do solo. A velocidade e o volume da enxurrada dependem da intensidade, duração e freqüência da chuva, considerando a intensidade o fator pluviométrico mais importante na erosão, ou seja, dados de chuvas por médias mensais, anuais, pouco importam em relação à

erosão. Não deixando de ressaltar também outro dois fatores, a duração por ser um complemento da intensidade e a combinação dos dois determina a chuva total. A freqüência das chuvas é outro fator que influi sobre as perdas de solo, se esses intervalos forem pequenos, o teor de umidade do solo é alto, assim teremos enxurradas de maior porte, mesmo com menor intensidade de chuva.

2.3.1 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal tem um papel importantíssimo no controle de erosão. Sua simples ausência pode implicar no surgimento de feições erosivas, irreversíveis. Pois ela desempenha papel de "armadura" do solo, diminuindo a energia cinética das gotas de chuva. Segundo BERTONI E LOMBARDI NETO (1993) a cobertura vegetal:

a) protege o solo contra ação direta dos impactos da chuva;

b) contribui com a dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo;

c) com a decomposição das raízes das plantas, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água;

d) com adição da matéria orgânica, melhoram a estrutura do solo, aumentando assim sua capacidade de retenção de água;

e) contribuem com a diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento de atrito na superfície.

2.3.2 Pisoteio

Em grande parte das propriedades rurais, a criação de animais, tanto na forma de subsistência, como comercial, não tem se atentado para a problemática da erosão. Não é difícil encontrar propriedades rurais que destinam áreas de declividade mais acentuadas, à pastagem desses animais. O pisoteio do gado pode ocasionar o desenvolvimento de feições erosivas, principalmente por contribuir com a destruição da vegetação, compactação do solo, contribuindo no avanço da erosão. Esses caminhos criados pelo pisoteio, acabam por servir como canal de escoamento da água da chuva, já que não apresentam grande resistência, devido à ausência de vegetação.

2.4 A ÁGUA

BERTONI E LOMBARDI NETO (1993) afirmam que a água tem sua importância universal. Sua imensa quantidade e sua aparente inesgotabilidade, tem levado toda humanidade a tratar esse importante recurso natural sem os cuidados necessários para sua manutenção. Todas as formas de vida dependem de água, tanto o homem como os animais ou os vegetais. Ela que nos é disponibilizada através da superfície e também de forma subterrânea, tem seu carregamento alimentado através do volume da água da chuva. Dessa forma, um planejamento adequado em relação à conservação da água, asseguraria não só o abastecimento humano, como também estabilidade do solo e manutenção de toda forma de vida.

2.5 EROSÃO HÍDRICA, PROCESSOS E FORMAS, PERTINENTES A FEI

2.5.1 Efeito Splash (gotejamento)

Também conhecido com erosão por gotejamento (GUERRA E GUERRA, 1997), é o primeiro estagio associado aos processos erosivos. Ao tocar o solo, as gotas de chuva podem romper seus agregados em tamanhos menores, assim como lançar essas partículas, fazendo com que as mesmas, provoquem um selamento ao preencher os poros do solo, provocando assim a formação de crostas no solo.

Sua intensidade variará, de acordo com as características físicas do solo, cobertura vegetal e energia cinética da chuva. Segundo GUERRA et al (1999), vários autores têm enfatizado sobre a importância da matéria orgânica na estabilidade dos agregados.

De acordo com BERTONI E LOMBARDI NETO (1993), quando o solo é golpeado pelas gotas da chuva, algumas partículas, podem ser lançadas a mais de 60 cm de altura e 1,5 m de distancia, por isso a grande importância de cobertura vegetal. Com o terreno desprotegido, a energia resultante dessas gotas influi diretamente sobre os agregados do solo, partindo-os, e tornando-os mais fáceis de serem transportados pela água. Os autores classificam as gotas da

chuva como agentes que contribuem para o processo erosivo, pelo menos de três formas:

Desprendem partículas de solo no local que sofre o impacto;

Transportam, por salpicamento, as partículas desprendidas;

Imprimem energia, em forma de turbulência, à água superficial.

LAWS (1941), através de experimentos fotográficos, conseguiu medir, a altura de que necessitavam as gotas de chuva de tamanhos variados para obter 95% de sua velocidade terminal, já que fisicamente as gotas de chuvas têm sua velocidade definidas com outras variáveis físicas, como condições atmosféricas, o atrito a pressão atmosférica e o tamanho da gota de chuva. Esses valores determinados por Laws são ilustrados na Tabela 3.

Diâmetro da gota de chuva (mm)	**Velocidade terminal m/s**	**Altura da queda com a qual a gota adquire 95% de sua velocidade terminal**
1	4	2,2
2	6,5	5
3	8,1	7,2
4	8,8	7,8
5	9,1	7,6
6	9,3	7,2

Tabela 3: Altura necessária na qual a gota atinge 95% da sua velocidade terminal

Dessa forma, podemos concluir que uma árvore tem sua copa a 8 metros do solo, ela não consegue diminuir a velocidade com que as gotas tocam o solo. Já que as gotas com até 2 mm não demoram a alcançar sua velocidade terminal, e ao se unirem com outras gotas nas árvores, aumentam seu diâmetro e sua velocidade. No entanto, devemos nos atentar sobre a importância da cobertura vegetal arbórea na disponibilização de matéria orgânica ao solo, contribuindo para estabilidade do solo e suas disposições gerais no controle da erosão.

BIGARELLA E MAZUCHOWSKI (1985), afirmam que quando o impacto da chuva tendem a desagregar os agregados em partículas menores, ou seja, sendo

mais aptos a serem carregados. A ação dos impactos das gotas da chuva depende do seu tamanho e da intensidade das precipitações que determinam sua energia cinética. Quando são pequenas e o solo relativamente seco, o impacto é enfraquecido e não ocorre destruição mecânica em si, dos agregados. Porém nas gotas maiores, a velocidade é acentuada, e sua ação nos agregados é intensificada principalmente quando os mesmos se encontram umedecidos. E as gotículas geradas pelo impacto acabem por carregar essas partículas finas, formando um lençol repleto de sedimentos retirados dos agregados do solo.

2.5.1.2 Selagem do solo

Quando as partículas são desprendidas do solo e lançada através do golpeamento das gotas de chuva, essas partículas preenchem os poros e fazem com que ocorra formação de crostas no solo através do selamento. Fazendo com que o solo diminua sua taxa de infiltração e acabe assim por colaborar com o escoamento superficial e conseqüentemente tenha perda de solo. Este processo é bem visível em áreas com formação de poças, em grande parcela das vezes, exatamente pela contribuição deste processo.

Quando a quantidade de chuva for suficiente, essas poças isoladas se conectam e iniciam o processo de escoamento superficial capaz carregar partículas maiores. Já outro fator de contribuição para formação das poças se dá pela saturação do solo, e água excedente fica armazenada nas irregularidades do solo que como o processo anterior, também se conectam umas as outras, iniciando o escoamento superficial que de acordo com GUERRA et al (1999), em princípio é difuso, podendo-se tornar-se concentrado, à medida que o processo tem continuidade espacial e temporal.

2.5.2 Erosão laminar

Também conhecido como escoamento em lençol ou superficial. Ela depende do escoamento superficial difuso. Que segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1993), ela ocorre, quando há retirada de camadas delgadas de solo sobre uma área, extremamente perigosa, devido à dificuldade de ser notada. Onde inicialmente a erosão laminar arrasta partículas mais leves do solo,

levando-se em conta que se tratam das partículas menores. Pode-se julgar seus efeitos sobre a fertilidade do solo. Onde esse fluxo começa a se concentrar, pode dar início à formação de ravinas e de acordo com MERRIT (1984), por se tratar de um processo muito incipiente, e envolve apenas o transporte de partículas finas, se detectado nesse estágio, tem grandes possibilidades de recuperar a área atingida.

A presença de raízes expostas pode ser indícios deste processo erosivo. Podendo ser quantificado em alguns casos, até a espessura de solo arrastado.

De acordo com DAEE/IPT (1989), a perda de solos por erosão laminar acelerada, ocasionada pela ocupação humana se deve a alguns fatores naturais, tais como:

- Fatores ligados à natureza do solo, no que dizem respeito as suas características físicas e morfológicas, tas como: textura, permeabilidade, estrutura, etc.;
- Fatores ligados a morfologia do terreno, principalmente ligados à declividade e comprimento da encosta;
- Fatores ligados ao clima, principalmente na quantidade de água que atinge o terreno, causando remoção das partículas do solo através da chuva.

2.5.3 Erosão em sulcos

Resultante de pequenas irregularidades do terreno, que fazem com que enxurradas, concentrem-se em alguns locais do terreno, que de acordo com BIGARELLA E MAZUCHOWSKI (1985), a erosão em sulcos sucede a erosão laminar, podendo também se originar em precipitações muito intensas, abrindo pequenos filetes que se encaixam no solo, concentrando-se em filetes líquidos, causando a ação erosiva devido a velocidade da água, cada vez mais intensa da montante para a jusante. Por se tratar de uma transitória ou instável, facilmente eliminável no preparo do solo, porém, se não tomados os cuidados necessários, podem dar origem a uma ravina.

De acordo com GUERRA et al (1999), nesse estágio de evolução do escoamento superficial, a concentração de sedimentos no interior do fluxo linear, faz com que haja um forte atrito entre essas partículas e o fundo dos pequenos

canais, causando maior erosão nos canais que estão se formando. Quando ocorre o final da chuva ou a queda de gradiente da própria encosta percorrida por este fluxo, é possível notar dentro desses pequenos canais uma série de marcas devido ao deposito desses sedimentos.

2.5.4 Erosão em ravinas (sulcos relativamente profundos)

O surgimento das ravinas segundo GUERRA et al (1999), é o resultado de evolução de vários processos: O fluxo linear, inicia-se com um fluxo superficial concentrado, criando canais pequenos em pontos distintos da vertente, aumentando sua profundidade e diminuindo a velocidade do fluxo, devido ao aumento da rugosidade. Segundo ele o processo de formação destes canais, são os embriões das futuras ravinas. Quando maior parte da água já consegue escoar em canais bem definidos, apesar de ainda serem muito pequenos. A turbulência desses fluxos aumenta, formando o que GUERRA et al (1999), classifica como microrravinas, já havendo processo de sedimentação e as irregularidades aumentam, ficam mais instáveis e da mesma forma o fluxo torna-se cada vez mais turbulento. Estas microrravinas são classificadas com cabeceiras.

Nesta fase, começa haver remoção do sedimento dentro da ravina alcançando um pico na produção de sedimento, já havendo sua deposição abaixo das cabeceiras, indicando assim que a produção de sedimentos excede a capacidade de transporte do fluxo de água, através do recuo das cabeceiras, que à medida que avançam ao topo da vertente, tornam-se mais largas e mais profundas, tendo capacidade de transportar os sedimentos que chegam até o canal de drenagem natural. Com a concentração e desenvolvimento de outras cabeceiras é que tornam-se realmente ravinas.

2.6 INTEMPERISMO E EROSÃO

O intemperismo que é responsável por desintegrar, alterar e esculpir as rochas da superfície da terra, não deve ser confundido com erosão, pois a erosão segundo LEINZ, GUERRA e REICHE, tem uma função mais abrangente tais como:

LEINZ (1963) afirma que a erosão tem como conceito, o efeito combinado todos os processos de desagregação terrestre. Onde se incluem não só o transporte, mas também o intemperismo e outras ações como químicas e mecânicas.

Já GUERRA & GUERRA definem a erosão como a ação de nivelamento do relevo, a ação de destruição dessas saliências. Com a fase de erosão e sedimentação.

Já o intemperismo alguns autores classificam como:

"Intemperismo é a resposta dos materiais que estavam em equilíbrio no interior da litosfera às solicitações da atmosfera, hidrosfera e talvez ainda da biosfera" (REICHE, 1985).

"O intemperismo constitui o conjunto de processos operantes na superfície terrestre que ocasionam a decomposição dos minerais das rochas, graças à ação dos agentes atmosféricos" (LEINZ, 1963).

O intemperismo vai depender de vários fatores, entre eles o clima, o relevo, a composição mineralógica da rocha assim como sua permeabilidade entre outros fatores.

2.7 CLASSES DE EROSÃO

Segundo Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2007) as classes de erosão são descritas da seguinte forma:

Não aparente - o solo nessa classe de erosão não apresenta sinais perceptíveis de erosão laminar ou em sulcos.

Ligeira - o solo apresenta menos de 25% do horizonte A ou da camada arável removidos quando esta for inteiramente constituída pelo horizonte A. Solos que apresentam horizonte A original pouco espesso (<20cm), nos quais a camada arável é constituída de horizonte A e parte do B, também se enquadram nessa classe de erosão. As áreas apresentam sulcos superficiais e ocasionais sulcos rasos que podem ser cruzados por máquinas agrícolas e que são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo. Nessa classe de erosão, os solos, em geral, não foram suficientemente afetados a ponto de alterarem o caráter e a espessura do horizonte A.

Moderada - o solo, com 25 a 75% do horizonte A removido na maior parte da área, apresenta freqüentes sulcos rasos que não são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo. A camada arável, em geral, consiste em remanescentes do horizonte A e, em alguns casos, da mistura dos horizontes A e B.

Forte - o solo apresenta-se com mais de 75% do horizonte A removido, exceto em pequenas áreas entre os sulcos, e o horizonte B, já exposto, apresenta sulcos profundos (voçorocas) ocasionais e sulcos rasos muito freqüentes. Os sulcos em parte da área onde ocorre essa classe de erosão não são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo.

Muito forte - o solo apresenta o horizonte A completamente removido e o horizonte B já bastante atingido por freqüentes sulcos profundos (ravinas) e ocasionais sulcos muito profundos (voçorocas). Áreas que apresentam esta classe de erosão não podem ser cruzadas por máquinas agrícolas.

Extremamente forte - o solo apresenta os horizontes A e B completamente removidos, sendo que o horizonte C revela ocorrência muito freqüente de sulcos muito profundos (voçorocas). O solo com essa classe de erosão é inadequado para fins agrícolas.

Fase assoreada - A fase assoreada será identificada em solos situados em zonas de aporte de sedimentos (zonas baixas e/ou planícies de rios e lagos/lagoas, terraços, terço inferior de encostas e situações análogas), que têm seu horizonte superficial A, totalmente recoberto por sedimentos recentes, diferenciados, e sem qualquer tipo de desenvolvimento que possa ser entendido como gênese local. Via de regra, tratam-se de sedimentos provindos de áreas adjacentes elevadas, onde os processos erosivos são bastante evidentes.

Constitui fase assoreada, todo solo recoberto por camada com espessura superior a 10cm e inferior a 50cm, visto que passa a interferir no uso do mesmo.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. LOCALIZAÇÃO

A Fazenda Experimental de Iguatemi localiza-se a 23° 21’ S de latitude e 52° 04’ W de longitude, no distrito de Iguatemi, município de Maringá, noroeste do estado do Paraná (Figura 01). Está situada no Terceiro Planalto Paranaense, subplanalto de Apucarana (Maack, 1981), numa área de contato entre rochas basálticas e areníticas.

A FEI é uma unidade que faz parte da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Possui aproximadamente 170 hectares que servem como suporte as aulas práticas, estágios, pesquisas e extensão para os cursos de zootecnia e agronomia, geografia, entre outros.

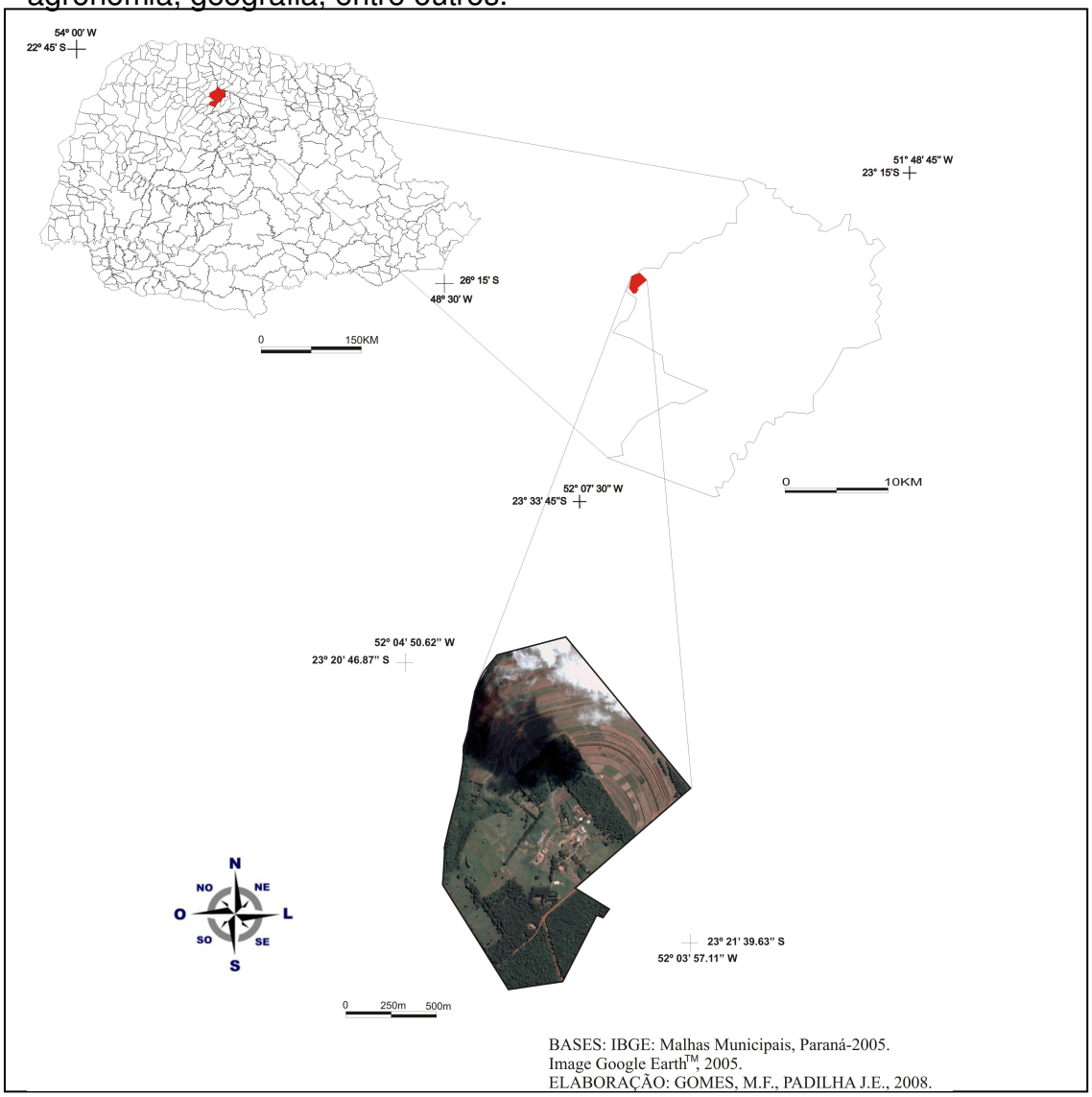


Figura 01 – Localização FEI

No setor agrícola é desenvolvido o plantio de várias culturas anuais, fruticultura, cafeicultura, silvicultura, conservação do solo, análise de sementes e treinamento em mecanização agrícola. No setor da zootecnia são trabalhadas as áreas de apicultura, avicultura, bovinocultura, caprinocultura, equideocultura, ovinocultura, suinocultura e forragicultura.

3.2. GEOLOGIA

A área está localizada no contato entre duas litologias diferenciadas, há predomínio da Formação Arenito Caiuá do Grupo Bauru na porção capeadora, entretanto próximo ao talvegue aparece a presença de basaltos do Jurássico/Cretáceo da Formação Serra Geral do Grupo São Bento. Devido ao fato da FEI estar numa área de contato entre essa duas formações, ocorrem peculiaridades quanto aos solos.

3.3. RELEVO

O relevo é predominantimente suave-ondulado, com vertentes longas e convexas, a altitude varia entre 580 m no topo e 490m próximo ao ribeirão Centenário (Figura 02). Em relação à declividade, ela apresenta-se baixa, os maiores declives ocorrem próximo ao ribeirão Centenário e seus afluentes (Figura 03). A declividade possibilita a existência de solos com espessuras variadas.

O relevo sustentado pelo arenito próximo ao contato com a Formação Serra Geral, é representado morfologicamente por colinas médias com topos arredondados e aplainados, com características diferenciadas em muitas áreas, principalmente pela presença de pequenas escarpas e vales assimétricos.

LOLLO (1996) observou que em encostas de formas convexas o perfil tende a ser mais espesso e completo na base da encosta, já em encostas côncavas o perfil tende a ser mais espesso e completo próximo ao topo da encosta, enquanto que encostas com formas retilíneas apresentam perfis mais homogêneos em espessura e representatividade ao longo da vertente.

CARTA HIPSOMÉTRICA - FEI

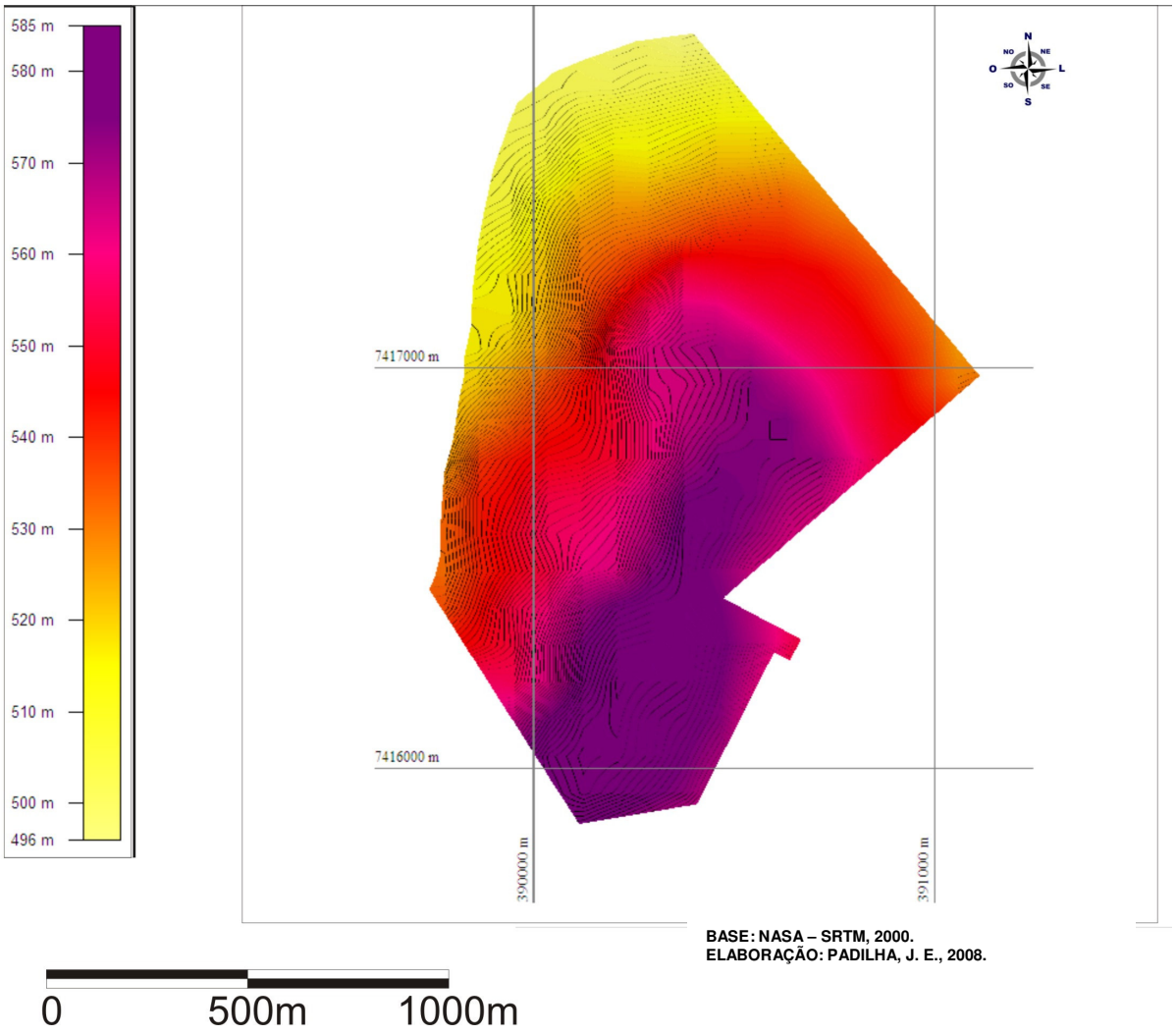


Figura 02 – Carta hipsométrica FEI

CARTA DE DECLIVIDADE

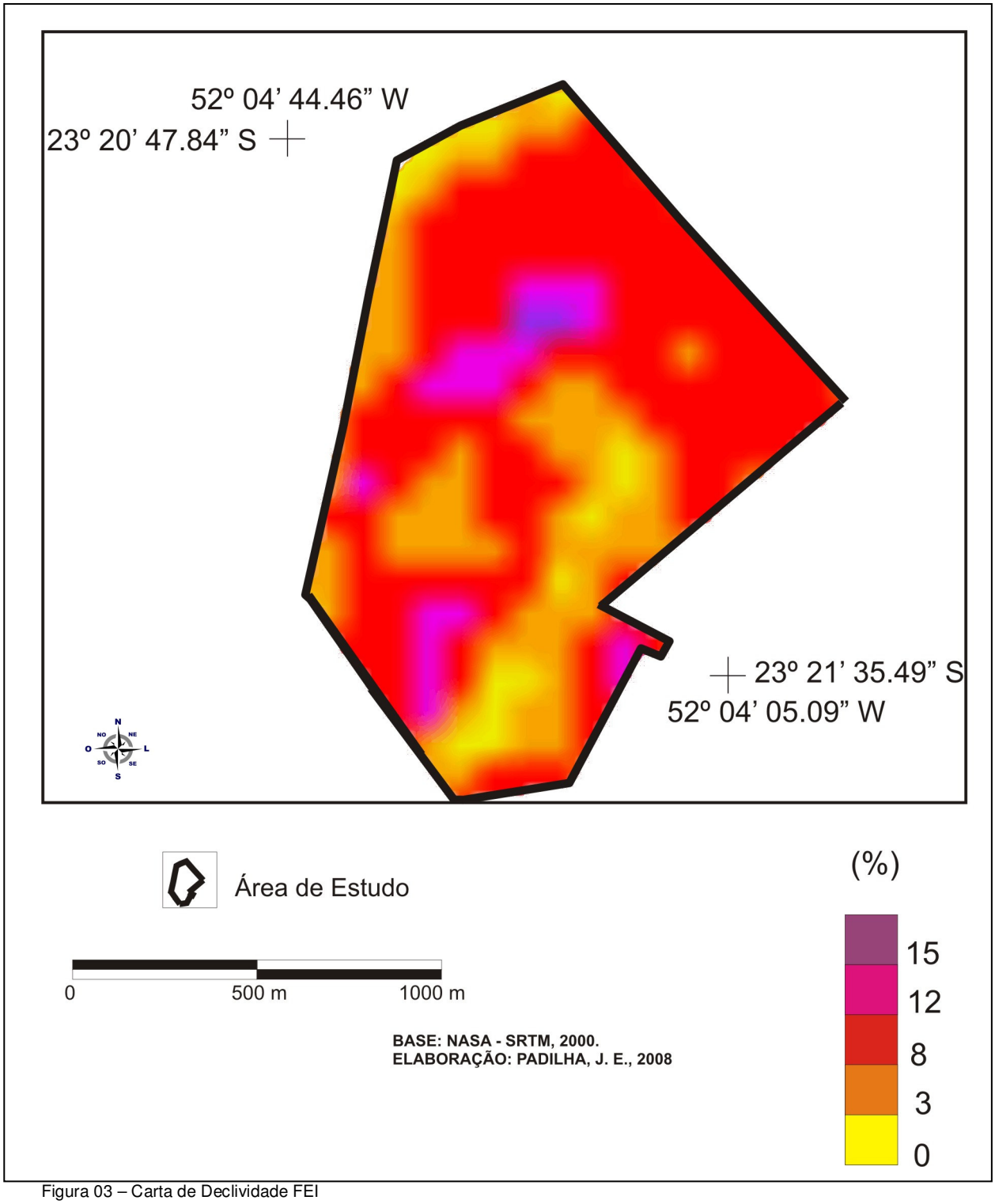


Figura 03 – Carta de Declividade FEI

3.4. SOLOS

De modo geral, há predominância de LATOSSOLO VERMELHO no topo e alta vertente, e em direção ao fundo do vale, na média e baixa vertente aparecem o ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e o NITOSSOLO VERMELHO (Figura05).

Em áreas com alta declividade pode aparecer o NEOSSOLO LITÓLICO, enquanto que na área da baixa vertente próximo aos cursos d água ocorrem os GLEISSOLOS. Foram encontrados duas outras classes de solo, o PLINTOSSOLO ARGILÚVICO distrófico e o NEOSSOLO FLÚVICO, no qual o segundo solo descrito na carta de solo deve-se a erosão nos pontos mais altos da vertente e são depositados próximos ao fundo de vale.

3.5. VEGETAÇÃO

A cobertura vegetal original da área é a Floresta Estacional Semidecidual, destruídas ao longo do século XX para o plantio do café. Na FEI são encontradas variadas espécies de plantas tanto nativas como exóticas. Ocorrem desde gramíneas até vegetação de porte arbóreo, existe cobertura original e também há ocorrência de eucalipto proveniente há uma área de reflorestamento, que esta em um estado de sucessão avançada, havendo ocorrência de grande número de espécies nativas associadas nesta área, e na borda apresenta uma vegetação secundária derivada da sucessão vegetal. Atualmente o uso do solo é bastante diversificado com áreas de mata, pastagem, reflorestamento, culturas cíclicas, permanentes e áreas de ajardinamento (Figura 04).

CARTA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO - FEI

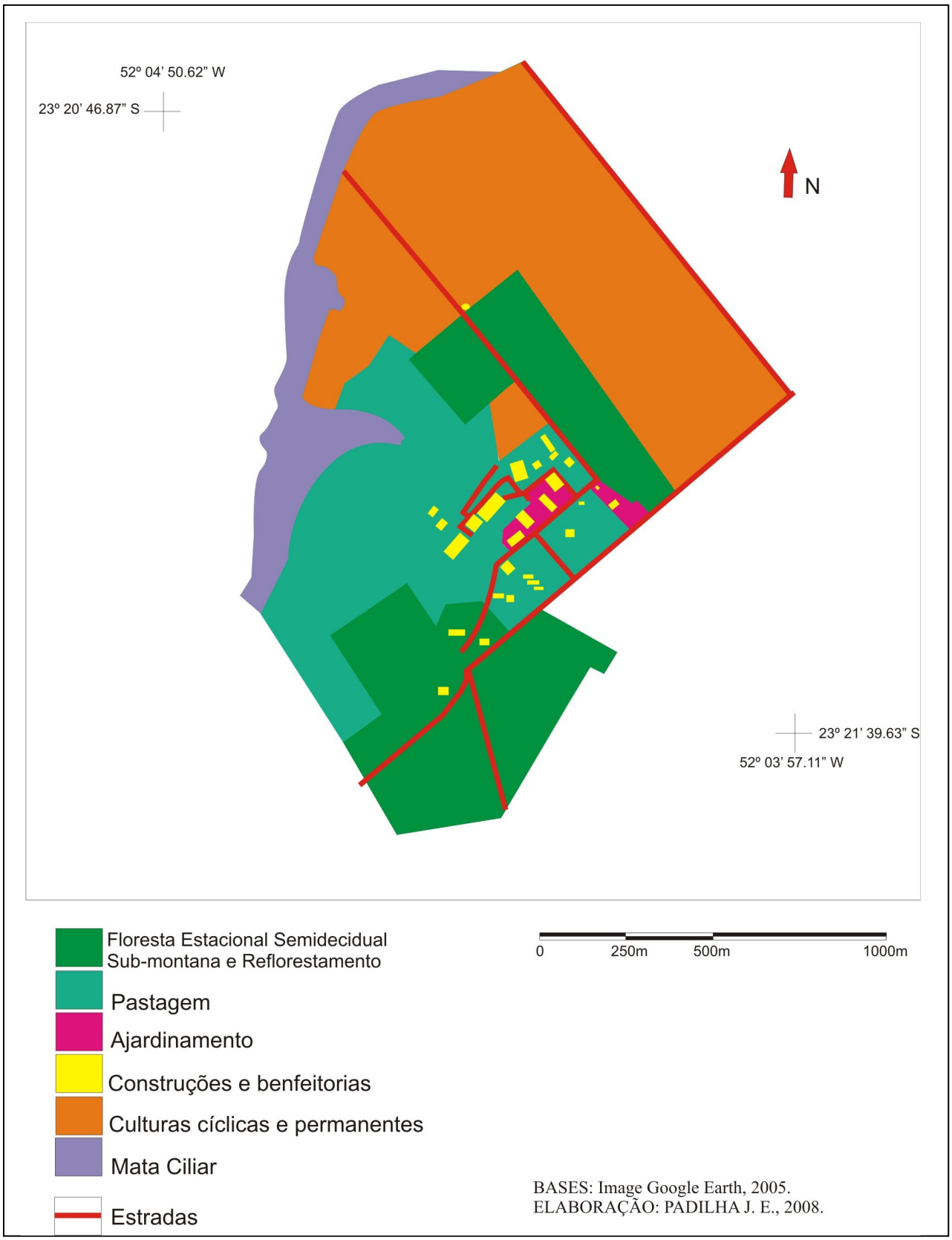


Figura 04 – Uso do Solo - FEI

3.6. CLIMA

A FEI se encontra próximo ao trópico de capricórnio, localizando-se numa área de transição climática, entre o clima subtropical e o tropical.

Koppen classifica a região como Cfa, clima subtropical mesotérmico, com temperatura do mês mais frio entre 18 e -3 ºC, sendo geadas pouco freqüentes, úmido sem estação seca, com chuvas o ano todo e temperatura do mês mais quente superior a 22ºC. A Maior precipitação ocorre nos meses de NOV, DEZ e JAN, a média anual é de 1250 a 1500 mm, no mês mais quente a temperatura máxima pode atingir 40ºC (Santos et al 1991).

De 2006 a 2008 houve algumas diferenciações bem marcantes nos meses de julho a setembro destes anos quanto à precipitação média (Tabela 04, Gráfico 01), no ano de 2006 tivemos um longo período de baixa precipitação entre os meses de abril a setembro, já no ano de 2007, no mês de julho normalmente de baixa precipitação, houve quase 200 mm de precipitação, mas com meses anteriores e posteriores com baixa precipitação. Já nos meses de 2008 houve uma distribuição mais homogênea da precipitação média mensal, tendo somente em julho baixos níveis de precipitação.

Entre os anos de 2006 a 2008 as temperaturas médias anuais ficaram entre 13,9 em setembro de 2008 e 31,39 em março de 2007 (Gráficos 2, 3 e 4).

MÊS/ANO p.m.m. (mm)	2006	2007	2008
Janeiro	93,90	313,30	181,4
Fevereiro	230,80	163,70	119,1
Março	197,05	69,00	102,6
Abril	72,00	67,10	102,3
Maio	8,40	54,40	76,1
Junho	19,50	7,20	56,6
Julho	47,20	184,40	7
Agosto	16,00	13,00	210,3
Setembro	229,40	55,00	83,5
Outubro	48,20	136,10	0
Novembro	124,10	194,90	0
Dezembro	235,80	136,40	0
Total	**1322,35**	**1394,50**	**938,9**

Tabela 04: Precipitação média mensal em milímetros.

Fonte: Laboratório de Análises de Sementes. FEI.

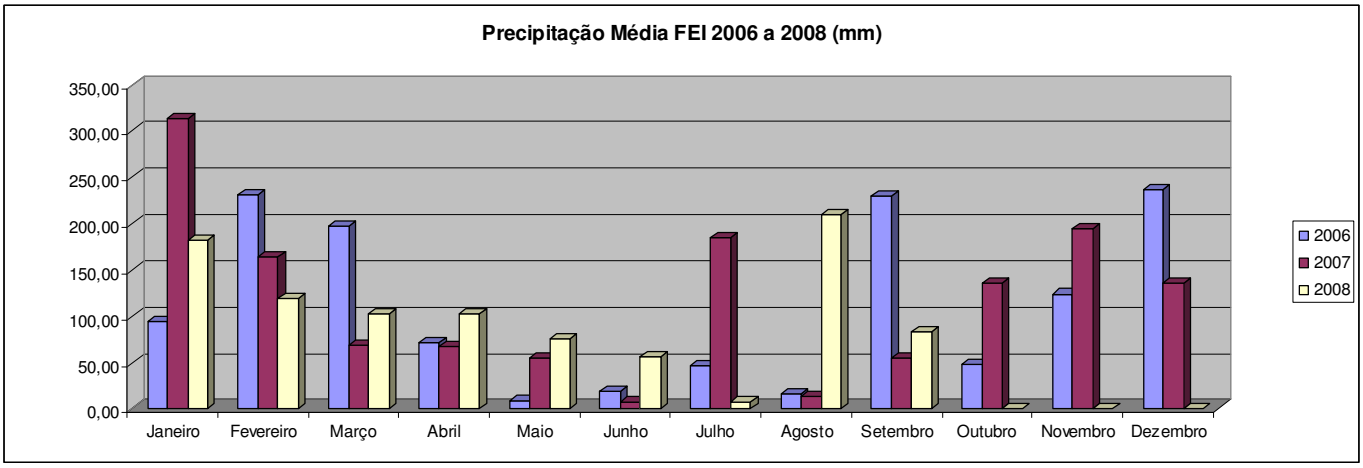


Gráfico 1: Precipitação média mensal em milímetros. (2006 a 2008)

Fonte: Laboratório de Análises de Sementes. FEI.

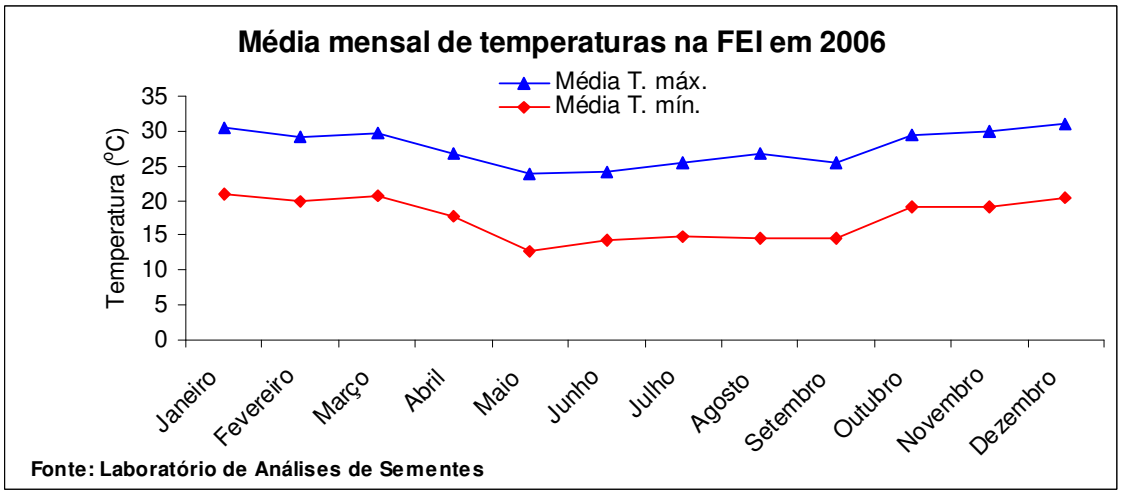


Gráfico 2: Média mensal de temperaturas na FEI em 2006

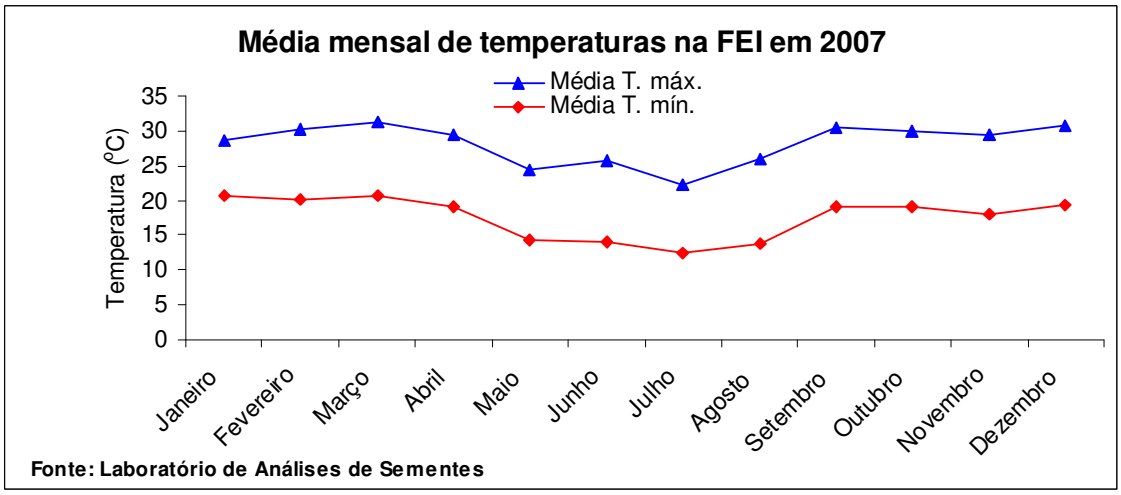


Gráfico 3: Média mensal de temperaturas na FEI em 2007

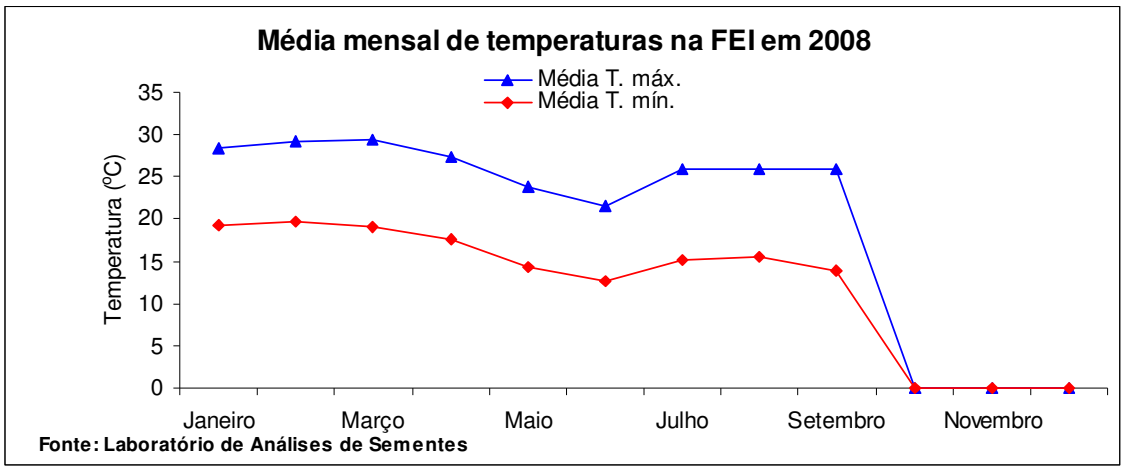


Gráfico 4: Média mensal de temperaturas na FEI em 2008

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização da pesquisa foram elaboradas diversas cartas, sintetizadas através de trabalhos de campo e trabalho de gabinete. A presente pesquisa propôs-se mapear as principais feições erosivas presentes na área da FEI. Grande parte dessas feições está diretamente evidenciada de acordo com o uso do solo, portanto a pesquisa não se ateve em pontuar as feições erosivas, mas também elaborar cartas e dados auxiliares para a compreensão da sua distribuição e ocorrência.

Portanto, a execução da pesquisa desenvolveu-se na seguintes etapas:

4.1 TRABALHO DE GABINETE

4.1.1 Levantamento Bibliográfico

Nesta etapa, foram realizados levantamentos de dados e revisões bibliográficas pertinentes a temática da pesquisa, para que a pesquisa pudesse basear-se em um referencial de apoio.

4.1.2 Levantamento de documentos Cartográficos

Os materiais cartográficos serviram de base para o inicio da pesquisa, assim como reconhecimento inicial de possíveis pontos de interesse de trabalho. Sendo utilizadas imagens analógicas e digitais. Portanto nesta etapa foi utilizada a Carta Topográfica de Maringá, com escala 1:50000 (IBGE), Mapa Municipal Estatístico, com escala 1:50000 (IBGE), imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission. NASA, 2000).

4.1.3 Elaboração de Cartas Auxiliares

Através de pesquisas em campo e análise de dados coletados foram elaboradas diversas cartas que auxiliaram na produção da carta de erosão:

- Carta de Solos;
- Carta Hipsométrica;

- Carta de Uso e Ocupação do solo;
- Carta de Capacidade de Uso do solo.

4.2 TRABALHO DE CAMPO

4.2.1 Descrição Pedológica

Nesta etapa, foram utilizadas diversas trincheiras abertas na área, para descrição das principais características pedológicas e morfológicas da vertente e do solo segundo LEMOS & SANTOS (1996) e Munsell (1975). Sendo devidamente escolhida uma vertente representativa do local, onde foi realizado o levantamento topográfico com o uso clinômetro e trena.

4.2.2 Análise bidimensional da vertente

No local foi realizado o levantamento pedológico através de sondagens (trado holandês) ao longo da vertente, com auxilio de um clinômetro, trena, faca e água. As sondagens foram feitas em sua grande parte a cada 100m, porém de acordo com as características do solo e da topografia esse distanciamento variava. Em cada tradagem foi descrita a cor segundo a tabela de cores (Munsell Soil Color Charts, 1975) e textura do solo de acordo com a proposta de Lemos e Santos (1996). Essa etapa do trabalho possibilitou a elaboração da topossequência de solos presentes na vertente.

4.2.3 Análise e interpretação de Imagens Orbitais e Aéreas

Nesta etapa, imagens aéreas e orbitais foram utilizadas de base, para elaboração da Carta de Uso e Ocupação do Solo, sendo utilizadas imagens mais recentes da área da Fazenda, tal como, Image Google Earth^{TM} (2005) e fotos aéreas do local.

4.3 Elaboração da Carta de Capacidade de Uso do Solo

A construção da carta de capacidade de uso do solo foi realizada considerando as classes de capacidade de uso de Bertoni e Lombardi Neto (1993). Esse sistema baseia-se no grupamento dos solos, levando em conta suas características, fornecidos geralmente por levantamentos pedológicos e informações relativas à paisagem, declividade, ocorrência de erosão, pedregosidade, drenagem e outros fatores.

Essa classificação possui 3 categorias onde estão agrupadas 8 classes de capacidade de uso.

CATEGORIAS	CLASSES
A - Terras próprias para todos os usos, inclusive cultivos intensivos.	I, II, III
B - Terras imprópria para cultivos intensivos, mais aptas para pastagens e reflorestamento ou manutenção da cobertura vegetal natural	IV, V, VI, VII
C - Terras impróprias para cultivo, recomendadas (pelas condições físicas) para proteção da flora, fauna ou ecoturismo.	VIII

4.4 Elaboração da Carta de Erosão

Na segunda etapa, a revisão bibliográfica sobre o tema erosão, foi abordada, levando em conta os problemas mais pertinentes em relação à área da FEI, de acordo com as informações prévias da mesma.

Na terceira etapa, as atividades de campo foram totalmente vinculadas ao arranjo das informações coletadas e inserção de dados para elaboração da carta

de erosão da FEI, assim como a correlação com as demais cartas geradas durante a pesquisa.

Com os resultados iniciais encontrados no campo foi possível a confecção da carta de solos da FEI e uso e ocupação do solo.

A carta contém informações sobre a distribuição das feições erosivas, assim como locais de deposição de sedimentos, escoamento pluvial e fluvial, uso do solo. A legenda foi elaborada com as cores:

- Azul para drenagem natural ou artificial**;**
- Vermelho para erosão e deposição acelerada;
- Verde para atributos referentes ao relevo;
- Preto para as feições antrópicas;
- Marrom para as curvas de nível.

O uso do solo foi representado com cores claras, com modo de implantação zonal.

Para elaboração da carta de erosão, utilizou-se de vários mecanismos, tais como manuais (gráficos, etc.), e automatizados (SIG, etc.). De acordo com ZUQUETTE et al (1991) foram utilizados os seguintes mecanismos:

- Sobreposição simples – as informações neste caso, devem ser muito bem selecionadas, hierarquizadas e a combinação deve ser dirigida. No caso de sobreposição sem controle, o documento resultante refletirá unicamente o documento cartográfico básico que apresenta a maior subdivisão em zonas, sendo, na maioria das situações, as classes morfométricas.
- Matrizes – analisa um grupo de atributos dando diferentes valores para cada, assim como as relações entre as unidades nas diferentes matrizes, sejam bi ou tridimensionais.
- Hierarquização – define e delimita zonas com muita segurança. Deve-se considerar: seleção dos atributos que deverão ser tratados e que tenham significado para a região em análise; considerar quais atributos são covariantes e quais são os principais controladores; definir qual a real importância dos atributos e limites para os fins analisados.

- Métodos determinísticos – são utilizados com base em condições pré-estabelecidas de valores e procedimentos de análises. Exigem condições de homogeneidade em termos de um numero muito grande de atributos.

A Carta de Erosão foi confeccionada utilizando-se do programa Global Mapper 7. Para obtenção desta carta foram utilizadas informações contidas em diversas cartas, assim como alimentação de dados pontuais coletados em campo, através de GPS, corrigidas com auxilio de cartas georreferenciadas de alta resolução.

Não foi utilizado ponderação de pesos, mais houve grande consideração da cobertura pedológica, declividade, e dados coletados em campo através de 13 tradagens (Tabela 5) entre outros dados e cartas que serviram de auxilio para localização de feições erosivas no terreno.

A produção da carta de erosão se baseou em seis setores de análise e discussão sobre o uso do solo e feições pertinentes a essa utilização, são elas:

SETOR 1 – Área de pastagem sobre ARGISSOLO;

SETOR 2 – Área de reflorestamento e floresta estacional semidecidual sobre LATOSSOLO;

SETOR 3 – Área de cultura cíclica;

SETOR 4 – Área de cultura permanente;

SETOR 5 – Área de preservação permanente (mata ciliar);

SETOR 6 – Área de construções e benfeitorias e ajardinamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. SOLOS - FEI

Os solos possuem estreita relação com o relevo (declividade da vertente) e a rocha (características físicas, químicas e mineralógicas), conforme Santos et al (1991).

Os topos aplainados permitem o desenvolvimento de solos espessos, em geral superiores a 250 cm, a partir do topo em direção aos canais de drenagem, o comprimento das vertentes e suas declividades dão origem a solos com espessuras variadas (Nakashima; Nóbrega 2003).

O contato entre o Arenito Caiuá e o basalto, gera um conjunto de solos com características morfológicas, químicas, físicas e mineralógicas bem diferenciadas.

Nos setores mais elevados onde ocorre o Arenito Caiuá predomina o LATOSSOLO VERMELHO com textura arenosa a média, com elevado teor de areia e baixa porcentagem de argila, enquanto que na média e baixa vertente aparece o ARGISSOLO VERMELHO AMARELO. Sobre o basalto há o NITOSSOLO VERMELHO, ele se encontra na baixa vertente. Em áreas com maior declividade podem ser encontrados o NEOSSOLO LITÓLICO e no fundo do vale o GLEISSOLO e o NEOSSOLO FLÚVICO. Essa distribuição dos solos se encontra na carta de solos (Figura5).

Abaixo se encontra uma relação mais detalhada com os solos encontrados na FEI e os perfis descritos em cada solo.

CARTA DE SOLOS - FEI

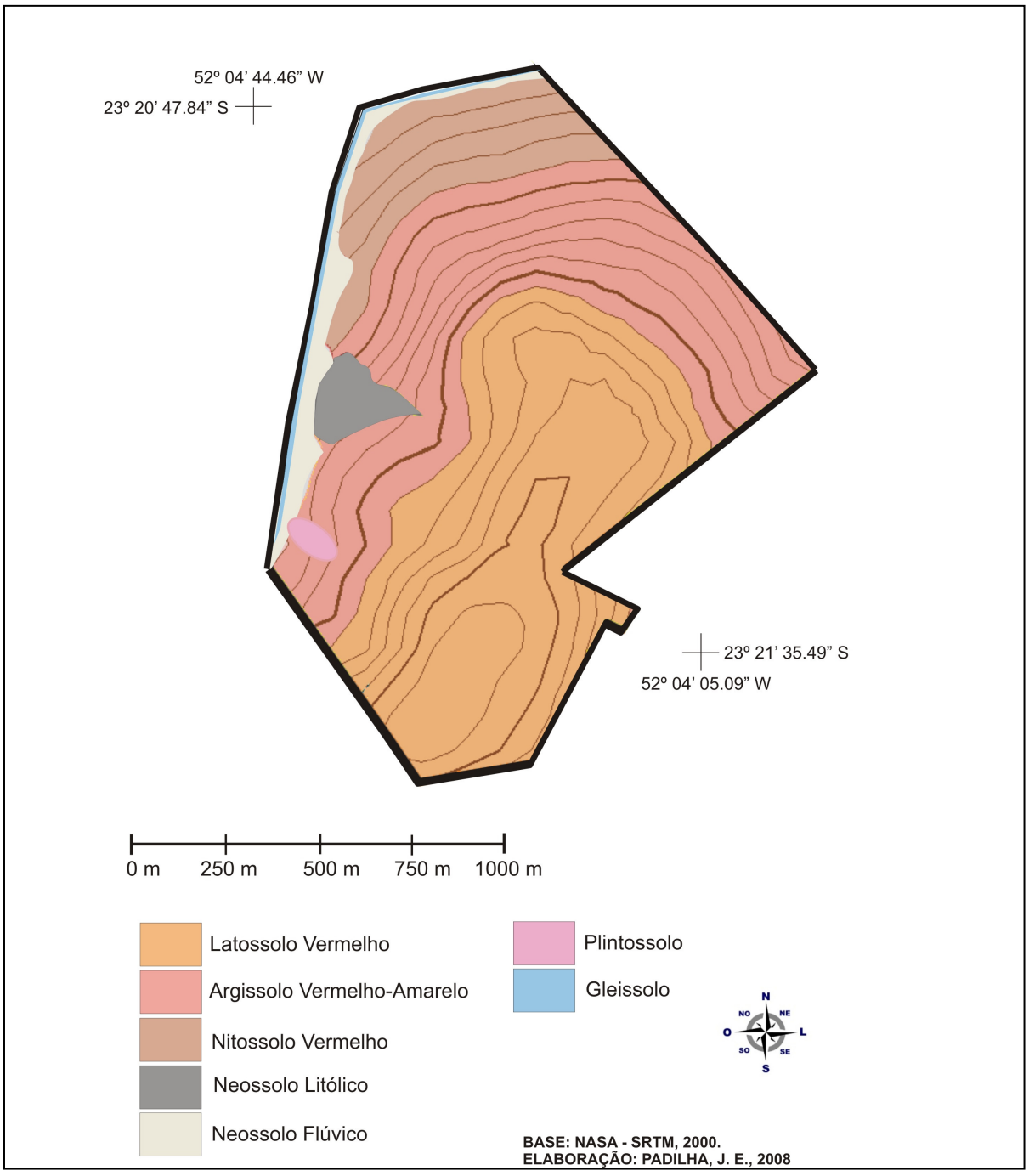


Figura 5 – Carta de solos - FEI

5.1.1 DESCRIÇÃO DO SOLO

5.1.1.1 LATOSSOLO VERMELHO

Está localizado no topo da área, sobre o Arenito Caiuá. São solos bastante profundos, aparecem em geral em áreas com baixa declividade em relevos suavemente ondulados, localizados geralmente no alto da vertente (Figura 06).

Apresenta os horizontes A, Bw. A transição entre os horizontes é gradual ou difusa, e quase sempre a única diferença notada no perfil é o escurecimento do horizonte A devido ao acumulo de húmus advindo de restos vegetais (Lepsch, 2002).

Possui boa porosidade e boa drenagem. Devido as suas propriedades físicas e por se localizar em áreas planas não costumam apresentar problemas erosivos, assim são solos favoráveis a agricultura e passiveis de mecanização.

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 1
DATA: 11-04-2007
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Textura Média
LOCALIZAÇÃO: Maringá-PR, distrito de Iguatemi, FEI; 23°21'38,3''S e 52°4'28.4''W
SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: trincheira, topo da vertente, 0-5% de declive, sob reflorestamento de Eucalipto.
ALTITUDE: 574m
LITOLOGIA: Arenito Formação Caiuá
PEDREGOSIDADE: não pedregoso
ROCHOSIDADE: não rochoso
RELEVO LOCAL: plano
RELEVO REGIONAL: suave ondulado
EROSÃO: laminar a ausente
DRENAGEM: boa
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Submontana
USO ATUAL: reflorestamento de eucalipto
CLIMA: Cfa (Koppen)

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A11 0-22 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/3); areno argilosa; granular, média a pequena, moderada a forte; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico a não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

A12 22-45 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4); areno argilosa; granular pequena a média, fraca a moderada; fraca, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.

Bw 1 45-85 cm; bruno avermelhado escuro (2.5 YR 3/4); areno argilosa; grumosa, grãos soltos; solta, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.

Bw 2 85-(+) 120 cm; bruno avermelhado escuro (2.5 YR 3/4), areno argilosa; grumosa, microagregados, grãos soltos; solta, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso;

RAÍZES: Abundantes e pivotantes (A); poucas pivotantes e finas (Bw).

OBSERVAÇÕES: macroporos abundantes de origem biológica (A); porosidade abundante tubular textural (Bw).

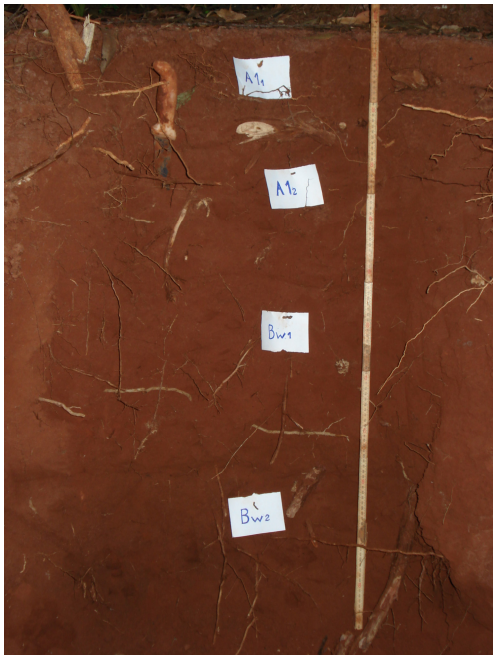


Figura 06: LATOSSOLO VERMELHO

5.1.1.2 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO:

São solos profundos, estão associados aos LATOSSOLOS, localizam-se geralmente na média e baixa vertente, em áreas suavemente onduladas e planas. Neste caso são derivados do Arenito Formação Caiuá (Figura 07).

Caracterizados pelos horizontes A, E, Bt. A transição entre os horizontes é clara ou abrupta, são "solos bem intemperizados, que apresentam horizonte B de acumulo de argila, partículas de argila migram do horizonte A e depositam-se no B" (Lepcsh 2002), apresentam um horizonte E (eluvial) mais claro que A e B.

Apresentam boa porosidade e boa drenagem, são solos susceptíveis de erosão como destaca NAKASHIMA E NÓBREGA (2003):

> Devido á textura leve no horizonte A, estes solos são susceptíveis aos processos erosivos, principalmente nos locais onde as feições do relevo permitem o escoamento superficial das águas da chuva, com velocidade suficiente para arrastar as partículas dos solos.

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 3

DATA: 11-04-2007

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

LOCALIZAÇÃO: Maringá-PR, distrito de Iguatemi, FEI; 23° 21' 29,4''S e 52° 4' 42,5''W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: trincheira, média vertente 5-10% de declive, sob pastagem.

ALTITUDE: 524m

LITOLOGIA: Arenito Formação Caiuá

PEDREGOSIDADE: não pedregoso

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar

DRENAGEM: boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Submontana

USO ATUAL: pastagem

CLIMA: Cfa (Koppen)

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-21 cm; bruno avermelhado (5YR 5/4); arenoso; subangular média; ligeiramente dura, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.
E 21-59 cm; bruno avermelhado (5 YR 4/3); arenoso; granular média a pequena; solta, friável a muito friável, não plástica e não pegajoso; transição plana e abrupta.
Bt 59- 117 cm; bruno avermelhado (5YR 3/4); argilo arenosa; subangular média a pequena; duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Figura 07: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

5.1.1.3 PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico:

Aparece na média vertente, no arenito Caiuá. Apresenta os horizontes A, E, Bt e Btc. É marcado pela presença de plintita, rico em óxido de ferro e apresentam-se em forma de camadas e nódulos avermelhados. São formados em

locais onde existe oscilação do lençol freático, o que facilita a formação da plintita (Figuras 08 e 09).

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 3

DATA: 11-04-2007

CLASSIFICAÇÃO: PLINTOSSOLO ARGILÚVICO distrófico

LOCALIZAÇÃO: Maringá-PR, distrito de Iguatemi, FEI; 23°21'27.5''S e 52° 4' 41.9''W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: trincheira, média vertente, 15-20% de declive, sob pastagem.

ALTITUDE: 523m

LITOLOGIA: Arenito Formação Caiuá

PEDREGOSIDADE: não pedregoso

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar a ausente

DRENAGEM: boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Submontana

USO ATUAL: pastagem

CLIMA: Cfa (Koppen)

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-25 cm; vermelho acinzentado (2.5 YR 4/2); arenosa; maciça; solta, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

E 25-60 cm; bruno forte ou bruno carregado (7.5 YR 4/6); arenosa; maciça; solta, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

Bt 60-81 cm; bruno escuro (7.5 YR 4/4); mosqueamento abundante, pequeno, bruno escuro (10 YR 4/3); argiloso; subangular a granular; firme, muito pegajoso e muito plástico; transição plana e clara.

Btc (+) 81 cm; bruno forte ou bruno carregado (7.5 YR 4/6); mosqueamento, vermelho escuro (2.5 YR 4/6); argiloso; angular média; cerosidade comum

vermelho amarelado (5 YR 4/6); concreções de ferro médias a grande, abundante e ligeiramente dura, vermelho escuro (10 R 3/6) firme, muito pegajoso e muito plástico.

RAÍZES: fasciculadas, pequenas e comuns (A); fasciculadas e comum (E); poucas (Bt); ausente (Btc)

OBSERVAÇÕES: porosidade pequena de origem biológica (A); porosidade tabular e textural (E); pequenos poros (Bt); poucos poros (Btc)

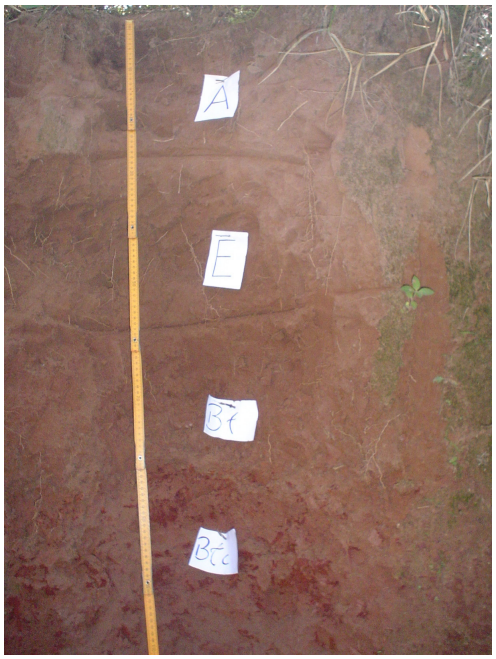


Figura08: PLINTOSSOLO ARGILÚVIO distrófico

Figura 09: Agregado do horizonte plíntico

5.1.1.4 NITOSSOLO VERMELHO:

Solos profundos aparecem na média e baixa vertente (FEI). São derivados do basalto e encontrados em relevos ondulados, suavemente ondulado e plano.

Possui horizonte A, Bni, C sendo a transição entre eles gradual. São solos argilosos e de ótima fertilidade natural, além disso, tem boa drenagem e boa porosidade, devido a esses fatos são ótimos para agricultura (Figura 09).

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 4

DATA: 06-06-2007

CLASSIFICAÇÃO: NITOSSOLO VERMELHO

LOCALIZAÇÃO: Maringá-PR, distrito de Iguatemi, FEI; 23° 20' 46,7''S e 52° 4'31,9''W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: trincheira, baixa vertente, 10-15% de declive, sob mata ciliar.

ALTITUDE: 503m

LITOLOGIA: Basalto

PEDREGOSIDADE: não pedregoso

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: ligeiros sulcos

DRENAGEM: boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Submontana

USO ATUAL: mata ciliar

CLIMA: Cfa (Koppen)

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-42 cm; vermelho escuro (2.5 YR 3/6); argiloso; subangular média; macia, friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana difusa clara.

Bni1 42-80 cm; vermelho (2.5 YR 4/6); argiloso, subangular a angular médio; muito firme, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.

Bni2 80-112 cm; vermelho (2.5 YR 4/6); argiloso; subangular a angular médio; muito firme, friável, não plástica e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.

Bw (+) 112 cm; vermelho (2.5 YR 4/8); argiloso; granular; solta, friável, não plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES: Abundantes pivotantes médias e finas (A); pivotante pequenas comum (Bni1); poucas finas pivotantes (Bni2); poucas pivotantes (Bw)

OBSERVAÇÕES: Porosidades tubular (A), tubular fissural (Bni1e Bni2), microagregados textural; atividade biológica comum em todos os horizontes.

Figura09: NITOSSOLO VERMELHO

5.1.1.5 GLEISSOLO:

São solos influenciados pelo lençol freático, localizam-se na baixa vertente, próximo aos rios, em relevo comumente plano. Em geral apresentam os horizontes A e Bg (Figura 10).

São caracterizados pelo excesso de água, Lepsch (2002) destaca que:

> São solos desenvolvidos em materiais inconsolidados (sedimento ou saprolito) e muito influenciados por ocorrências de encharcamento prolongado. Tais condições são geralmente ocasionadas por um lençol freático próximo à superfície, pelo menos em alguns meses do ano, o que deixa os poros saturados com água por tempo relativamente prolongado.

Devido à saturação ocorre uma diminuição do oxigênio do solo e assim ocorre redução química e dissolução dos óxidos do ferro, o que deixa o solo com cores acinzentadas, estes solos são marcados por mosqueamento.

Na FEI são encontrados ao longo do curso do ribeirão Centenário, podendo ainda aparecer nas áreas da baixa vertente enterrados por colúvios.

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 5

DATA: 11-04-2007

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO

LOCALIZAÇÃO: Maringá-PR, distrito de Iguatemi, FEI; 23° 21'28''S e 52° 4' 33,4''W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: trincheira; baixa vertente 15-20% de declive, sob pastagem.

ALTITUDE: 522m

LITOLOGIA: Arenito Formação Caiuá

PEDREGOSIDADE: não pedregoso

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar a ausente

DRENAGEM: superficialmente boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Submontana

USO ATUAL: pastagem

CLIMA: Cfa (Koppen)

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-45 cm; bruno escuro (7.5 YR 3/3); arenosa; granular pequena fraca; grãos soltos, muito friáveis, ligeiramente plásticos; transição plana e clara.

B 45-93 cm; bruno escuro (7.5 YR 4/3 a 4/4); arenosa; maciço, grãos soltos; solto, muito friável, não pegajoso e não plástico; transição abrupta e ondulada.

Bg1 93-115 cm; cinzento (10 Y/5 gray); areno argilosa; subangular pequena a fraca; muito friável não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

Bg2 (+) 115 cm; cinzento esverdeado claro (10 G/7); argilosa; maciça; friável, muito plástico e muito pegajoso.

RAÍZES: finas e fasciculadas nas camadas A e B; poucas fasciculadas no horizonte Bg1; ausente no horizonte Bg2.

OBSERVAÇÕES: A e B não são horizontes, são colúvios; Ocorrência de mosqueamento nos horizontes Bg1 e Bg2; poros tabulares, abundantes (A, B), comum (Bg1), poucos (Bg2)

Figura10: GLEISSOLO

5.1.1.6 NEOSSOLO LITÓLICO:

São solos muito rasos, são pouco desenvolvidos, possuem horizonte A assentado diretamente sobre o horizonte C. Estão em formação não possuindo assim horizonte B.

Estão associados a áreas de declividade elevada em encostas íngremes, onde a velocidade da erosão é igual ou maior que a velocidade de transformação da rocha em solo (Lepsch 200).

Encontram-se na FEI nos locais de declives maiores próximo ao afluente do ribeirão Centenário (Figura 11).

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 6

DATA: 16-05-2007

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO LITÓLICO

LOCALIZAÇÃO: Maringá-PR, distrito de Iguatemi, FEI; 23° 21’13,9’’S e 52° 4’ 34,3’’W.
SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: amostra em barranco, média vertente, +/- 20% de declive, sob mata.
ALTITUDE: 537m
LITOLOGIA: Arenito Formação Caiuá
PEDREGOSIDADE: pedregoso
ROCHOSIDADE: rochoso
RELEVO LOCAL: inclinado
RELEVO REGIONAL: suave ondulado
EROSÃO: ligeiros sulcos
DRENAGEM: boa
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Submontana
USO ATUAL: mata
CLIMA: Cfa (Koppen)

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-20 cm; bruno avermelhado (2.5 YR 4/4); arenosa; subangular médio; macia, solta, não plástico e não pegajoso; transição abrupta
C + 20 cm; vermelho (2.5 Yr 4/8); angular grande; muito dura.
RAÍZES: abundante pivotantes fasciculadas pequenas, médias e grandes (A); ausente (C).
OBSERVAÇÕES: porosidade abundante textural média (A); Porosidade pequena pouca e textural (C).

Figura11: NEOSSOLO LITÓLICO

5.1.1.7 NEOSSOLO FLÚVICO:

São solos jovens, são coluviais. Estão localizados na baixa vertente com relevo plano, próximo ao ribeirão Centenário. Segundo Lepsch (2002) (Figura 12):

> São solos pouco desenvolvidos originados de sedimentos recentemente depositados pelos rios durante as enchentes. Apresentam um horizonte A, assentado diretamente sobre o C, não existindo indícios de formação de um horizonte B (...).

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 8

DATA: 02-05-2007

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO FLÚVICO

LOCALIZAÇÃO: Maringá-PR, distrito de Iguatemi, FEI; 23° 20' 52,1''S e 52° 4' 37''W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: coletado em barranco, baixa vertente, sob mata ciliar.

ALTITUDE: 502m

LITOLOGIA: sedimentos

PEDREGOSIDADE: não pedregoso

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: plano

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: sulcos e ravinas

DRENAGEM: boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Submontana

USO ATUAL: Mata ciliar

CLIMA: Cfa (Koppen)

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA (CAMADAS)

A 0-21 cm; bruno avermelhado escuro (2.5 YR 3/4); areno argiloso; subangular pequeno moderado; friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.

B 21-69 cm; vermelho (2.5 YR 4/6); areno argiloso; subangular pequeno fraco moderado; friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana difusa

C (+) 69 cm; vermelho escuro (2.5 YR 3/6); areno argiloso; subangular médio moderado; friável a firme, não plástico e não pegajoso.

Raízes: Pivotantes, fasciculadas abundante na camada A; pivotantes, fasciculadas médias abundantes na camada B; poucas pivotantes na camada B.

Observações: solo coluvial; porosidade média comum textural (raiz) nas camadas A e B1, macroporos biológicos médio na camada B2.

Figura12: NEOSSOLO FLÚVICO

5.2. TOPOLITOSSEQUÊNCIA – FEI

A topolitossequência realizada permitiu o conhecimento do sistema pedológico do local e auxiliou na elaboração da carta de solos e localizar os principais pontos de perda de solo por erosão. Assim como será de suma

importância para a correlação com as possíveis localizações das feições erosivas. Ela foi realizada em uma vertente representativa do local.

A vertente analisada possui 1050m de comprimento do topo até o fundo do vale, com um desnível de aproximadamente 80 m, a sua forma é convexa retilínea com declividade de 5-15%.

Ao longo das 13 sondagens realizadas (Tabela 05) e descrições dos perfis de solo em campo, foram observados na vertente a ocorrência dos seguintes solos: LATOSSOLO VERMELHO no topo e alta vertente, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO na média vertente, NITOSSOLO VERMELHO na baixa e média vertente e NEOSSOLO FLÚVICO e GLEISSOLO na baixa vertente (Figura 05).

O topo e alta vertente apresentam baixa declividade e há a presença de LATOSSOLO VERMELHO derivado da Formação Caiuá. Neste solo foi observada a prevalência de textura areno-argilosa no horizonte A e Bw1, modificando para argilo-arenosa no horizonte Bw2.

A partir da ruptura entre a alta e média vertente com um leve aumento de declividade aparece o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO derivado da Formação Arenito Caiuá. O horizonte A e E apresentam textura arenosa, enquanto que no horizonte Bt há a presença de textura areno-argilosa. Cabe ressaltar que a partir do momento que se aproxima da baixa vertente há uma mudança de textura dos horizontes para areno-argilosa em A e E, tornando-se argilo-arenosa em Bt. Este fato evidencia uma transição entre o ARGISSOLO e o NITOSSOLO.

TABELA 05: Sondagens

1) LATOSSOLO VERMELHO
Horizontes:
Au 0-40 cm: 2,5YR 3/4 – textura arenosa.
Bw_1 40-90 cm: 2,5YR 2,5/4 – textura areno-argilosa.
Bw_2 90 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura arenoso
2) LATOSSOLO VERMELHO
Horizontes:
Au 0-35 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bw_1 35-80 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Bw_2 80 (+) cm: 2,5YR 2,6/4 – textura argilo-arenosa
3) LATOSSOLO VERMELHO

Horizontes:
Au 0-33 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Bw_1 33-56 cm: 2,5YR 2,5/4 – textura areno-argilosa.
Bw_2 56-80 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bw_3 80-116 cm: 2,5YR 2,5/2 – textura argilo-arenosa.
Bw_4 116 (+) cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenosa.
4) LATOSSOLO VERMELHO
Horizontes:
Ap 0-45 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Bw_1 45-80 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa
Bw_2 80-120 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bw_3 120 (+) cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
5) LATOSSOLO VERMELHO
Horizontes:
Ap 0-30 cm: 2,5YR 4/4 – textura areno-argilosa.
Bw_1 30-75 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bw_2 75 (+) cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenosa.
6) LATOSSOLO VERMELHO
Horizontes:
Ap 0-40 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bw_1 40-65 cm: 2,5YR 4/4 – textura areno-argilosa.
Bw_2 65-120 cm: 2,5YR 3/6 – textura argilo-arenosa.
Bw_3 120 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
7) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.
Horizontes:
A 0-10 cm: 2,5YR 4/6 – textura arenosa.
A_1 10-68 cm: 2,5YR 3/4 – textura arenosa.
E 68-103 cm: 2,5YR 4/6 – textura arenosa.
Bt 103 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
8) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
Horizontes:
A 0-20 cm: 2,5YR 4/4 – textura arenosa.
E 20-36 cm: 2,5YR 5/6 – textura arenosa.
Bt_1 36-68 cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenoso.
Bt_2 68 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa
9) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
Horizontes:
A 0-24 cm: 2,5YR 4/6 – textura arenosa.
E 24-32 cm: 2,5YR 5/6 – textura arenosa.
Bt_1 32-56 cm: 2,5YR 4/4 – textura areno-argilosa.
Bt_2 56-113 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_3 113 (+) cm: 2,5 YR 4/4 – textura argilo-arenosa
10) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

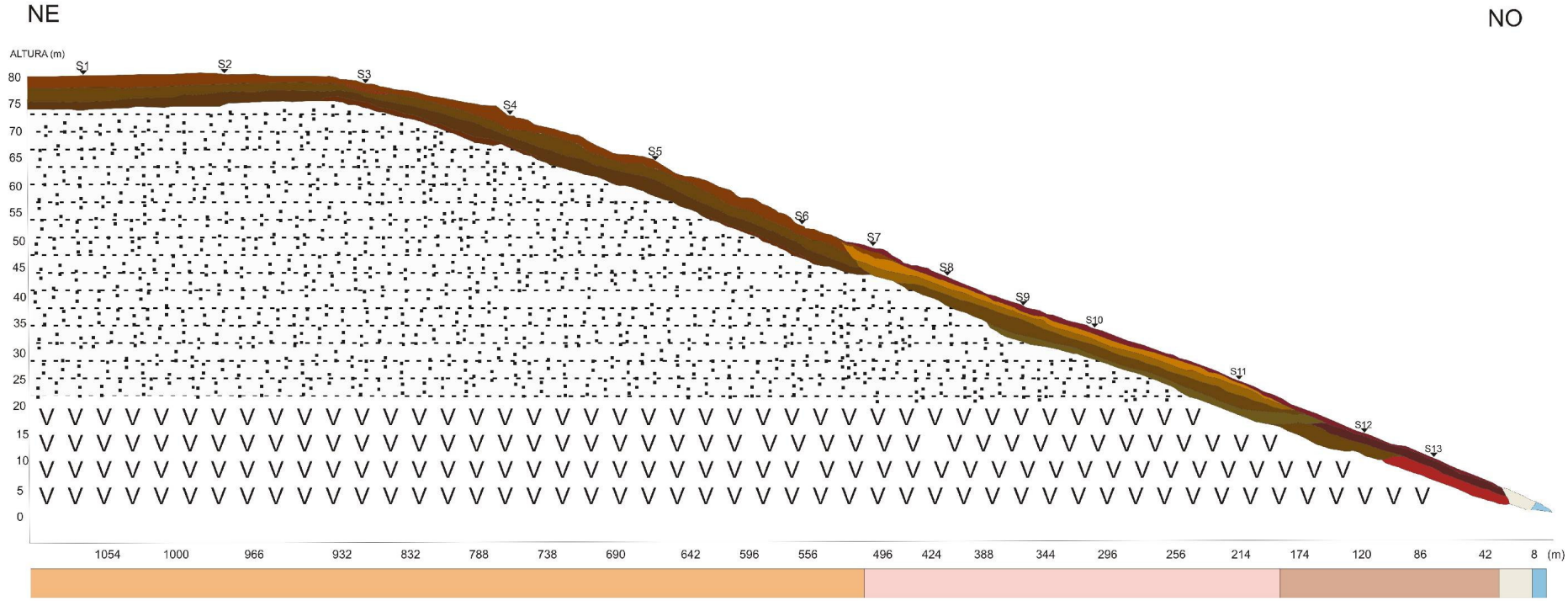
Horizontes:	
A	0-20 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
E	20-35 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_1	35-56 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_2	56-95 cm: 2,5YR 3/6 – textura argilo-arenosa.
Bt_3	95 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
11) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	
Horizontes:	
A	0-8 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
E	8-18 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_1	18-50 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Bt_2	50-95 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bt_3	95 (+) cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenosa.
12) NITOSSOLO VERMELHO	
Horizontes:	
A	0-23 cm: 10R 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bni	23-88 cm: 10R 3/6 – textura argilosa.
Bw	88 (+) cm: 10R 3/6 – textura argilosa.
13) NITOSSOLO VERMELHO	
Horizontes:	
A	0-28 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilosa.
Bni_1	28-80 cm: 2,5YR 3/6 – textura argilosa.
Bni_2	80 (+) cm: 2,5YR 3/6 – textura argilosa.

O NITOSSOLO VERMELHO está localizado na baixa vertente em uma área de declive de 3% a 12%, é originado do basalto e apresenta textura argilosa.

No fundo do vale através da descrição de perfis de solo encontro-se a presença de NEOSSOLO FLÚVICO e GLEISSOLO.

Ao longo da vertente também foi elaborado um perfil fitofisionômico (Figura13), que permitiu o conhecimento do uso do solo sobre a vertente. Ocorre a presença de mata na alta vertente, pomares e culturas temporárias na média vertente e mata no fundo do vale

TOPOLITOSSEQUÊNCIA - FEI



LEGENDA

SOLOS

- LATOSSOLO VERMELHO
- ARGISSOLO VERMELHO AMARELO
- NITOSSOLO VERMELHO
- NEOSSOLO FLÚVICO
- GLEISSOLO

ROCHAS

- ARENITO CAIUÁ
- BASALTO

ESCALAS:
HORIZONTAL = 0 — 50m — 100m
VERTICAL = 0 — 10m — 20m
SOLO = 0 — 2,5m

ELABORAÇÃO: COSTA, J.L., PADILHA, J.E., 2007

S1: Au 0-40 cm: 2,5YR 3/4 – textura arenosa.
Bw_1 40-90 cm: 2,5YR 2,5/4 – textura areno-argilosa.
Bw_2 90 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura arenosa.

S2: Au 0-35 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bw_1 35-80 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Bw_2 80 (+) cm: 2,5YR 2,6/4 – textura argilo-arenosa.

S3: Au 0-33 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Au_2 33-56 cm: 2,5YR 2,5/4 – textura areno-argilosa.
Bw_1 56-80 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bw_2 80-116 cm: 2,5YR 2,5/2 – textura argilo-arenosa.
Bw_3 116 (+) cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenosa.

S4: Au 0-45 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Bw_1 45-80 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa
Bw_2 80-120 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bw_3 120 (+) cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.

S5: Au 0-30 cm: 2,5YR 4/4 – textura areno-argilosa.
Bw_1 30-75 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bw_2 75 (+) cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenosa.

S6: Au 0-40 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bw_1 40-65 cm: 2,5YR 4/4 – textura areno-argilosa.
Bw_2 65-120 cm: 2,5YR 3/6 – textura argilo-arenosa.
Bw_3 120 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.

S7: Ap 0-10 cm: 2,5YR 4/6 – textura arenosa.
A_1 10-68 cm: 2,5YR 3/4 – textura arenosa.
E 68-103 cm: 2,5YR 4/6 – textura arenosa.
Bt 103 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.

S8: Ap 0-20 cm: 2,5YR 4/4 – textura arenosa.
E 20-36 cm: 2,5YR 5/6 – textura arenosa.
Bt_1 36-68 cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenoso.
Bt_2 68 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.

S9: Ap 0-24 cm: 2,5YR 4/6 – textura arenosa.
E 24-32 cm: 2,5YR 5/6 – textura arenosa.
Bt_1 32-56 cm: 2,5YR 4/4 – textura areno-argilosa.
Bt_2 56-113 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_3 113 (+) cm: 2,5 YR 4/4 – textura argilo-arenosa.

S10: Ap 0-20 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
E 20-35 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_1 35-56 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_2 56-95 cm: 2,5YR 3/6 – textura argilo-arenosa.
Bt_3 95 (+) cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.

S11: Ap 0-8 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
E 8-18 cm: 2,5YR 3/6 – textura areno-argilosa.
Bt_1 18-50 cm: 2,5YR 3/4 – textura areno-argilosa.
Bt_2 50-95 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bt_3 95 (+) cm: 2,5YR 4/4 – textura argilo-arenosa.

S12: Ap 0-23 cm: 10R 3/4 – textura argilo-arenosa.
Bni_1 23-88 cm: 10R 3/6 – textura argilosa.
Bw 88 (+) cm: 10R 3/6 – textura argilosa.

S13: A 0-28 cm: 2,5YR 3/4 – textura argilosa.
Bni_1 28-80 cm: 2,5YR 3/6 – textura argilosa.
Bni_2 80 (+) cm: 2,5YR 3/6 – textura argilosa.

Figura 13: Topolitossequência FEI

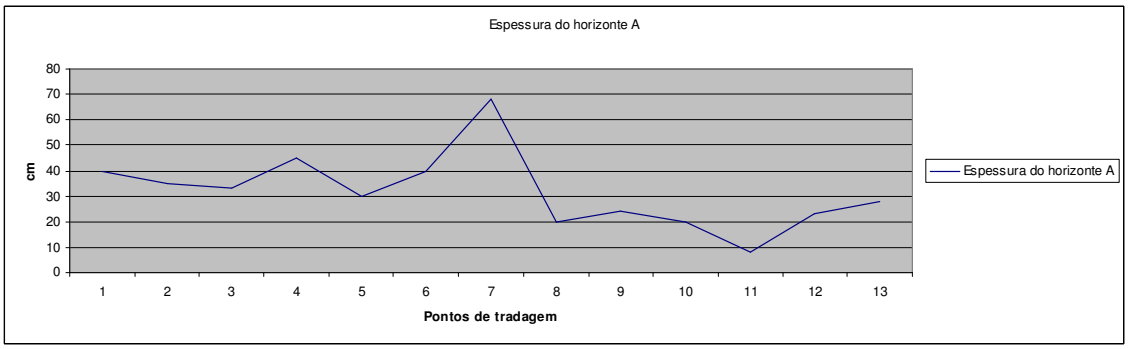


Gráfico 5: Espessura do horizonte A por ponto de tradagem.

Através do Gráfico 5, ficou constatado a maior perda de camada de solo no ARGISSOLO, que se encontrava entre o 7º e o 11º ponto de tradagem, apresentando um pico de horizonte superficial no ponto 7 devido à transição com o LATOSSOLO, já que o horizonte A no ponto 6 ainda apresentava textura areno-argilosa, já no ponto 7 a textura constatada é arenosa, ponto esse, com maior processo de eluviação e localizado próximo a área de floresta. Já os pontos seguintes apresentam queda significativa do horizonte A. Através das análises em campo, esse setor se mostrou mais atingido pelos processos erosivos pertinentes a Fazenda Experimental de Iguatemi, com menor espessura do horizonte A no ponto 11, menos de 10 cm, já nos pontos 12 e 13, há uma recuperação na espessura do horizonte A. Esses dois últimos pontos localizados sobre o NITOSSOLO, colocando assim o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO como setor mais atingido pelos processos erosivos nas atuais situações de uso e ocupação do solo na FEI.

5.3 PERFIL FITOFISIONÔMICO – FEI

O perfil fitofisionômico (Figura 14), foi construído com base na mesma vertente utilizada para elaboração da topolitossequência, com aproximadamente 1050m de comprimento do topo até o sopé da vertente, com um desnível de aproximadamente 80 m, a sua forma é convexa retilínea com declividade de 5-15%.

Foi constatado, que o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO está sofrendo maior retirada de solo por erosão, como visto na topolitossequência (Figura13). Esta classe de solo, devido à transição abrupta granulométrica dos horizontes E e

Bt, e sua localização na vertente, assim como a textura do horizonte superficial, tornam este solo altamente susceptível a erosão. O NITOSSOLO VERMELHO localizado à baixa vertente, apesar de localizar entre declividades de 8 e 12%, possui feições erosivas muito menos expressivas que as verificadas no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, bem evidenciada na espessura do horizonte superficial das tradagens realizadas no NITOSSOLO VERMELHO (Tabela 06).

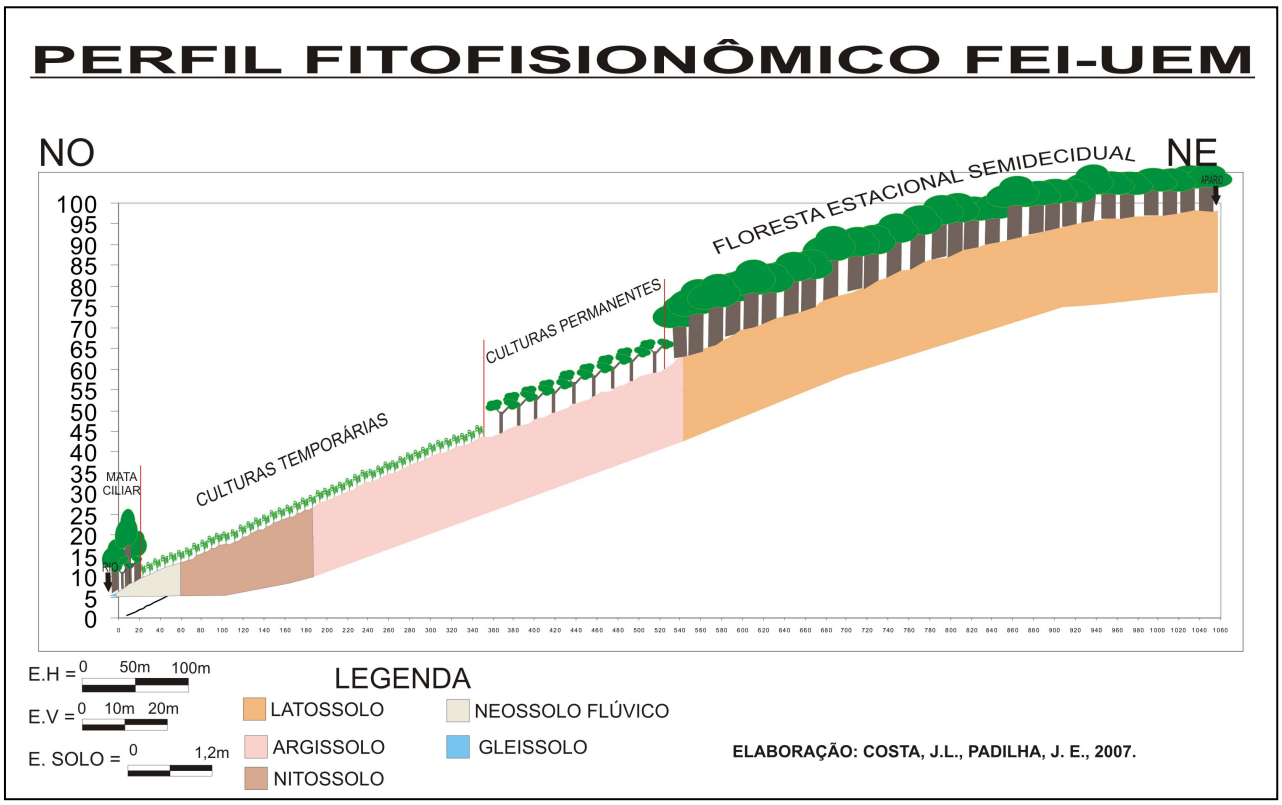


Figura 14: Perfil Fitofisionômico FEI

5.4. CAPACIDADE DE USO DO SOLO – FEI

A construção da carta de capacidade de uso do solo foi realizada considerando as classes de capacidade de uso de Bertoni e Lombardi Neto (1993). Esse sistema baseia-se no grupamento dos solos, levando em conta suas características, fornecidos geralmente por levantamentos pedológicos e informações relativas à paisagem, declividade, ocorrência de erosão, pedregosidade, drenagem e outros fatores.

Essa classificação possui 3 categorias onde estão agrupadas 8 classes de capacidade de uso.

CATEGORIAS	CLASSES
A - Terras próprias para todos os usos, inclusive cultivos intensivos.	I, II, III
B - Terras imprópria para cultivos intensivos, mais aptas para pastagens e reflorestamento ou manutenção da cobertura vegetal natural	IV, V, VI, VII
C - Terras impróprias para cultivo, recomendadas (pelas condições físicas) para proteção da flora, fauna ou ecoturismo.	VIII

O estabelecimento de classes permite um uso racional da terra, aponta as prováveis localizações de onde devem estar os cultivos, levando em conta práticas contra a degradação.

Na FEI foram observadas classes de capacidade de uso do solo: I, II, III, IV, e VII (Figura15). A Carta de Capacidade de Uso do Solo foi elaborada, através do cruzamento das demais Cartas, e foi fundamental para elaboração da Carta de Erosão da FEI, a partir dos resultados obtidos através desta carta, foi possível localizar os principais pontos com susceptibilidade a erosão na FEI.

CARTA DE CAPACIDADE DO USO DO SOLO

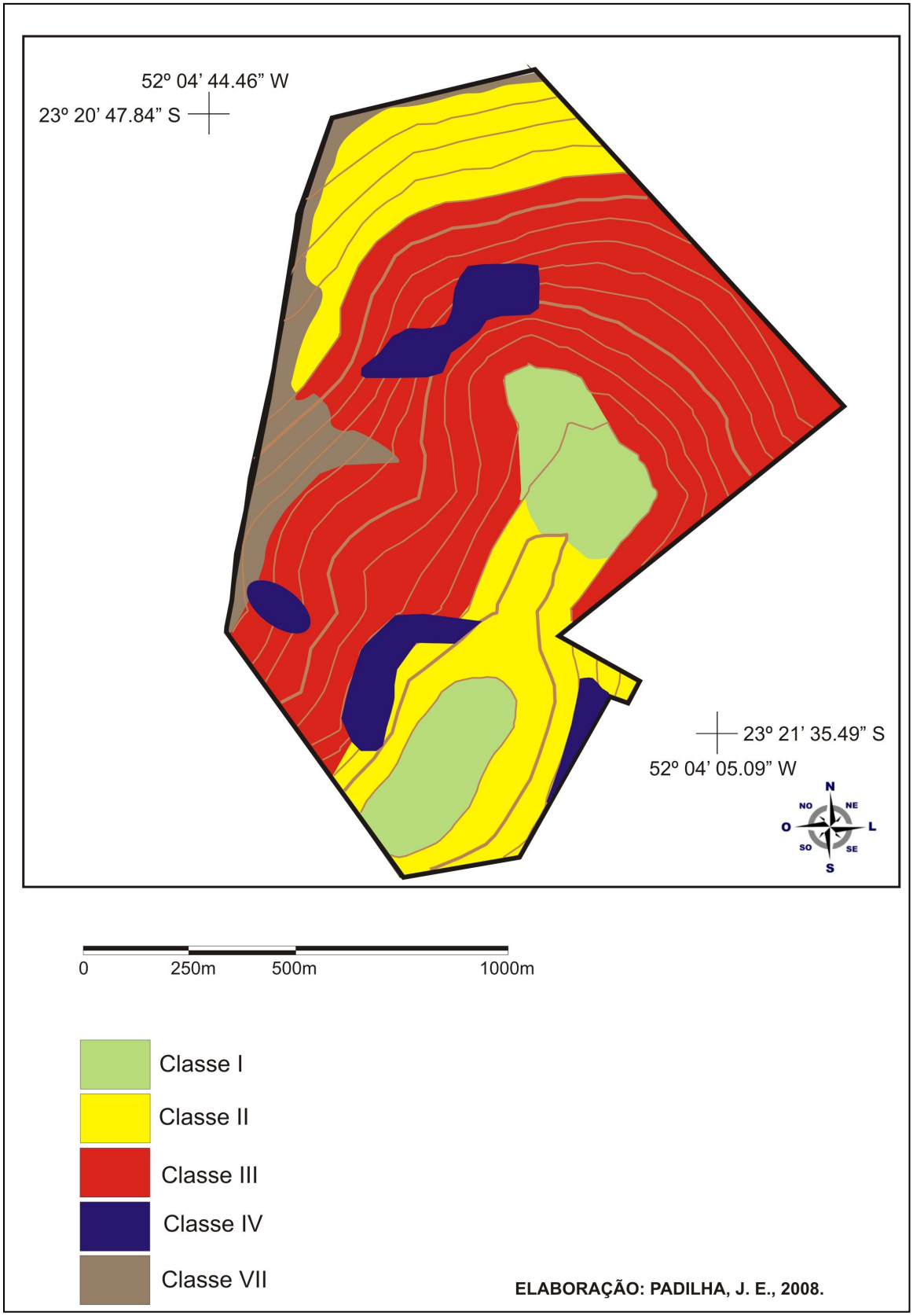


Figura 15 – Capacidade de uso do solo – FEI

- CLASSE I: localizada no topo onde se encontra o LATOSSOLO, a área é plana, com baixa declividade, possui boa drenagem e permeabilidade, solo é profundo, não apresenta pedregosidade, a erosão é laminar a ausente.

De acordo com Lepsch (2002) a classe I:

> Terras com limitações muito pequenas no que diz respeito à susceptibilidade a erosão, podendo seguramente ser cultivadas. Os solos são profundos, produtivos, fáceis de serem lavrados e quase planos. Não são suscetíveis a inundações, mas estão sujeitos a erosão por lixiviação (movimento vertical de lavagem) e a deteriorização da estrutura (como, por exemplo, compactação). Quando usados sucessiva e intensamente com lavouras necessitam de práticas e/ou mantenedoras de fertilidade, tais como adubações periódicas.

Estes solos são aptos para todos os usos, exigindo apenas algumas praticas de manejos usuais.

- CLASSE II: algumas áreas de LATOSSOLO entre o topo e a média vertente e as áreas do NITOSSOLO. Esses solos contam com boa drenagem e permeabilidade, são profundos, não apresentam pedregosidade. O LATOSSOLO tem erosão laminar a ausente e não possui alta fertilidade natural, já o NITOSSOLO de maior fertilidade, mas tem como fator limitante a declividade do terreno que pode trazer problemas erosivos.

Quanto à classe II são terras com limitações moderadas de uso podendo apresentar riscos moderados de degradação, Lepsch (2002):

> (...) Quando estas terras são usadas para a agricultura intensiva, necessitam de práticas simples e conservação do solo, tais como plantio em nível ou métodos de cultivo especiais, tal como o plantio direto.

Estão aptas para todos os usos, são facilmente trabalháveis, porém devem contar com praticas simples de conservação para o cultivo.

CLASSE III: locais onde predominam o ARGISSOLO, na média vertente, são solos com boa drenagem, são profundos, não apresentam pedregosidade. Os fatores limitantes são a falta de alta fertilidade natural e os problemas advindos da erosão devido à inclinação do terreno.

A classe III é apropriada para cultivos intensivos, mas para isso são necessárias práticas complexas de conservação. Essas áreas têm declives mais acentuados e assim é mais susceptível a erosão acelerada. Sendo assim apresentam maior limitação edáfica e risco maior de erosão que os enquadrados na classe II (Lepsch, 2002).

CLASSE IV: áreas com declividade entre 12 e 15%, com predominância do ARGISSOLO. Terras com sérios problemas de conservação se enquadram nessa classe. Mancha de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, local com deficiência de drenagem também recebeu esta classificação.

CLASSE VII: Na FEI esta classe associa-se ao NEOSSOLO LITÓLICO e as áreas próximas ao fundo do vale onde estão o NEOSSOLO FLÚVICO e o GLEISSOLO. Estão em regiões de média vertente com alta declividade e na baixa vertente.

Os fatores limitantes aqui são: solo raso, grande declive, erosão, pedregosidade (NEOSSOLO LITÓLICO); drenagem, risco de inundação, dificuldade de mecanização (GLEISSOLO E NEOSSOLO FLÚVICO).

Lepsch (2002) destaca que a classe VII:

> Solos sujeitos a limitações permanentes mais severas, mesmo quando usadas para pastagens ou reflorestamento. São terrenos muito inclinados, erodidos e ressecados ou pantanosos, considerados como de baixa qualidade e devem ser usados com muito cuidado. Reflorestamento, quando a vegetação natural já foi removida, é o uso mais indicado nas regiões de clima mais úmido, e pastagens, no caso de solos situados em climas mais secos.

No caso da FEI esses solos são aptos para reflorestamento ou vida silvestre.

5.5 A CARTA DE EROSÃO (ELABORAÇÃO)

Para definição das zonas, levamos em consideração algumas características homogêneas quanto à distribuição e características das feições erosivas e demais características físicas presentes em cada uma delas.

5.5.1 SETOR 1 – Área de pastagem

Por se tratar de um processo de grande discussão entre diversos autores, de difícil quantificação, a erosão nesta área, é a que apresenta maior gravidade, ligadas principalmente a cobertura pedológica, já que segundo o gráfico 5, o ARGISSOLO é o que apresenta menor horizonte superficial, com mínimo constatado no ponto de tradagem número 11.

Por se tratar do ponto com menor horizonte superficial, pode-se constatar que é o setor mais atingido pela erosão laminar e apresenta diversas feições erosivas atuantes nesta área, principalmente a erosão laminar intensa com os primeiros surgimentos de sulcos rasos, médios e profundos assim como áreas de sedimentação acelerada (Figuras 16 a 20).

Figura 16: Erosão laminar intensa no ponto 390039m E, 7416167m S.

Figura 17: Sulco de erosão em pastagem no ponto 390039m E, 7416167m S.

Figura 18: Deposição acelerada no ponto 390010m E, 7416179m S.

Figura 19: Sulco preenchido por areia no ponto 390009m E, 7416192m S.

Figura 20: Área completamente degradada devido à erosão laminar.

Figura 21: Área de deposição acelerada próximo no fundo de vale.

Nesse setor próxima a alta vertente, foi realizada uma mensuração areal de 10m por 10m, constatou-se 4 sulcos com 50 cm de largura e 10 cm de profundidade. Esses sulcos preenchidos por areia (Figura 19).

À média vertente, a intensidade de ocorrência das feições erosivas diminui, porém encontramos pastagens completamente degradadas (Figura 22, 23 e 24), além de muitas trilhas de pisoteio geradas pelo gado.

Figura 22: Imagem de satélite de pastagem degradada.

Próximo a fundo de vale a erosão laminar diminui, encontra-se grande porção de material oriundo dos pontos mais altos da vertente sendo depositado nessa área. Foi observado também, presença de sulcos com dois metros de largura com 20 cm de profundidade.

Outra feição constatada na área de pastagem são os terracetes causados pelo pisoteio de gado, localizados próximo ao ponto 390054m E, 7417000m S (Figura 25). Microtopografia em terracetes são característicos de vertentes com declividade média e forte em terrenos utilizados por pastagem. Estas feições são resultado da combinação do rastejo e do pisoteio.

Figura 23: Deposição acelerada em pastagem.

Figura: 24 Trilha de Pisoteio aprofundada.

Figura 25: Terracete causado pelo pisoteio do gado.

5.5.2 – SETOR 2 – Área de floresta e reflorestamento

Apesar de estar localizada predominantemente sobre o LATOSSOLO, não ter declividades altas e presença vegetação abundante, há presença de ravinas nessa zona, causado principalmente por fluxos de água oriundos do escoamento das estradas, que em período de chuva, ao atingirem processo de runoff se concentram através de fluxos lineares, gerando grande retirada de sedimento, possibilitando o ravinamentos dentro dessa área (Figura 27).

Figura 26: Barreira artificial para contenção do processo de ravinamento.

Figura 27: Ravina em área de Floresta.

Os processos verificados nas Figuras 26 e 27 poderiam ser muito mais graves se não houvesse vegetação arborea nesta área. Pode-se verificar a ação das raízes na tentativa de estabilização do solo, e diminuição da energia cinética causada pelo fluxo de água.

Foi constatado também nessa área, pequenos sulcos, e trilhas de pisoteio humano, servindo de canais artificiais de escoamento de água, porém com baixo grau de transporte de sedimento ligado a essas feições erosivas.

5.5.3 – SETOR 3 – Área de culturas cíclicas

Nesta área constatamos algumas feições erosivas distintas, principalmente ligadas à cobertura pedológica e a declividade com predomínio de erosão laminar média a forte sobre o ARGISSOLO e erosão laminar fraca sobre o NITOSSOLO. Em campo no dia 14/09/2008, sobre a plantação de aveia foi constatado ação de erosão laminar tanto em níveis mais fracos até níveis mais fortes, assim como

presença de sulcos novos (Figura 28) e áreas de deposição acelerada dentro da lavoura (Figura 29).

Figura 28: Sulco em lavoura de aveia.

Figura 29: Clarão aberto em lavoura de aveia devido à deposição acelerada proveniente de sulcos e lâminas de erosão.

Próximo a estrada que liga o apiário ao fundo de vale, observamos outras feições erosivas, ainda com grande ocorrência de erosão laminar, porém neste ponto verificamos o processo de entulhamento das curvas de nível, devido ao sedimento transportado e depositados no sopé das mesmas, material esse de textura arenosa (Figura 30).

Figura 30: Entulhamento de curva de nível com material arenoso.

Através de observação em campo, constatamos que este setor esta sendo atingido principalmente por erosão laminar, com alguns sulcos pequenos e médios, pontos mais graves às margens das estradas, que por sua vez, deixam o solo descoberto e possibilitam a concentração e o fluxo de água em suas margens (Figura 31).

Figura 31: Sulcos à margem de estrada rural.

5.5.4 SETOR 4 – Área de culturas permanentes

Foi constatado nessa área, pequenos sulcos entre as linhas de plantação do maracujá, em boa parte da área na há cobertura vegetal nesse corredor, em alguns outros pontos, presença de erosão causada pela ação das gotas da chuva (efeito splash, Figura 32), e setores com ausência de erosão acelerada.

Figura 32: Efeito causado pelas gotas da chuva.

5.5.5 SETOR 5 – Área de preservação permanente

Observações em campo e análise de imagens orbitais possibilitaram mapear algumas feições erosivas improváveis, porém localizadas neste setor. Foi observado grande número de sulcos profundos, assim como ravinas no interior da mata ciliar, grande parte devido a fluxo concentrado em outros setores da FEI, carregando sedimentos e outros materiais em suspensão (Figura 33).

Figura 33: Ravina no interior da mata ciliar.

Nem mesmo a cobertura vegetal resiste ao fluxo de água responsável pelas feições erosivas presente no seu interior, raízes das plantas têm importante função na estabilidade das vertentes (Figura 34) e a mata ciliar tem como objetivo reter/filtrar resíduos de agroquímicos evitando a poluição dos cursos d'água, proteger contra o assoreamento dos rios e evitar enchentes, formar corredores para a biodiversidade, recuperar a biodiversidade nos rios e áreas ciliares, conservar o solo, auxiliar no controle biológico das pragas, equilibrar o clima,

melhorar a qualidade do ar, água e solo, manter a harmonia da paisagem, melhorar a qualidade de vida, assegurada pela Lei 4771/65.

Figura 34: Processo de ravinamento. Ação das raízes na estabilização do solo.

Em áreas com solo menos espesso devido à declividade, foi encontrado um conjunto de feições erosivas, que por sua vez, se desenvolvem com facilidade sobre uma área com vegetação esparsa e de pequeno porte devido as características do solo e da vertente, retiram com mais facilidade o solo (Figura 35 e 36).

Figura 35: Processo de ravinamento em solo raso e desprotegido

Figura 36: Área degradada devido a ação conjunta de feições erosivas

Figura 37: Imagem de satélite. Clarão aberto em área de preservação permanente, respectivos às Figuras 35 e 36.

A concentração de enxurradas vindas dos pontos mais alto do terreno, combinado com as características físicas do local afetado (Figura 37),

possibilitaram a retirada quase que total dos horizontes do solo, já que segundo Soil survey manual (1984) apud IBGE (2007):

"Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo".

Sobre NEOSSOLO FLÚVICO ainda dentro da área de preservação permanente mapeamos outra ravina, com 3 metros de largura por 1,6 metros de profundidade, se desenvolve paralelamente ao canal natural de drenagem, e desemboca no ribeirão centenário. Com desenvolvimento rápido, devido às características do solo do local, pouco coeso e friável. Solo transportado, formado a partir de depósitos superficiais não consolidados do tipo colúvio.

Devido a essas características e a concentração de água em escoamento superficial, possibilitou a remoção do solo de forma acelerada, e o surgimento de uma ravina dentro da mata ciliar (Figura 38).

Figura 38: Ravina em solo coluvial.

O canal natural de drenagem, Ribeirão Centenário, também sofre com os processos erosivos atuantes vertente acima, ou seja, o seu canal acaba sendo assoreado com o sedimento trazido de forma acelerada até seu leito (Figura 39), sedimento esse removido e transportado por um conjunto de agentes erosivos atuantes na Fazenda Experimental de Iguatemi.

Figura 39: Sedimento removido e depositado no canal de drenagem, responsável pelo assoreamento do canal.

5.5.6 – SETOR 6 – Construções, benfeitorias e ajardinamento

Setor mais estabilizado da área de estudo, com pequenos problemas de erosão e pequenos deslizamentos em áreas antropizadas (Figura 40). Pequenos sulcos isolados, áreas de ajardinamento com árvores de grande porte, há ocorrência de efeito splash ocasionado concentração das gotas das chuvas nos galhos e folhas das árvores (Figura 41), que segundo LAWS (Tabela 03, 1941), dependendo da altura da copa das árvores atingem a velocidade terminal com agravante. As gotas ao serem interceptadas pela copa das árvores aumentam seu volume, e atingem o solo com energia ainda maior. Impossibilitando assim, que espécies vegetais como as gramíneas se fixem nestes locais, tanto pelo sombreamento, como pelo golpeamento ocasionado pela gotas, que removem partículas as partículas do solo e contribuindo para seu selamento.

Outros feições erosivas encontradas neste setor, estão ligados a locomoção humana entre as construções localizadas na FEI e áreas agrícolas, criando o que denominamos como trilha de pisoteio humana. Com o uso freqüente destes mesmos trajetos, surgem trilhas, que em períodos de chuva servem como sulcos artificiais, por apresentarem aprofundamento e ausência de vegetação (Figura 42).

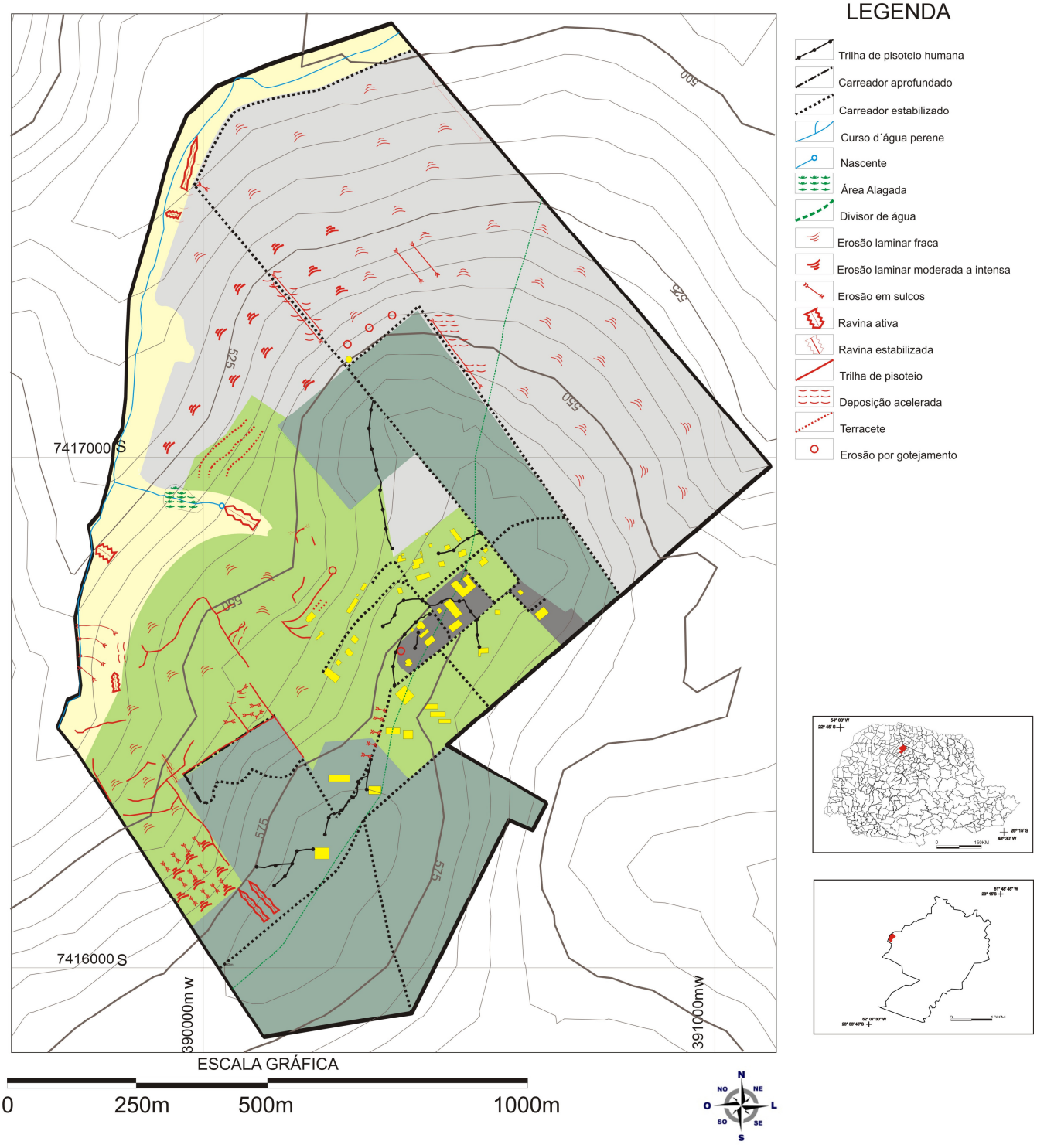
Figura 40: Deslizamento em corte no barranco

Figura 41: Ação das gotas sobre o solo.

Figura 42: Trilha gerada por pisoteio humano em área de ajardinamento.

6. CARTA DE EROSÃO ACELERADA

CARTA DE EROSÃO ACELERADA - FEI - MARINGÁ - PR



USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

- Floresta Estaciona Semedecidual Sub-montana e reflorestamento
- Pastagem
- Ajardinamento
- Construções e benfeitorias
- Culturas cíclicas e permanentes
- Mata Ciliar

EQUIDISTÂNCIA DAS CURVAS DE NÍVEL: 5 METROS

AS CURVAS MESTRAS ESTÃO REPRESENTADAS EM LINHA GROSSA CONTÍNUA E CORRESPONDEM A CADA 5ª CURVA DE NÍVEL

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM: WGS84

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
DGE - DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

BASES: IBGE - Malhas Municipais, São Paulo - 2005.
NASA-SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), 2000.
Image Google Earth, 2005.
ELABORAÇÃO: PADILHA, J.E., 2008.

Figura 43: Carta de Erosão Acelerada

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado na FEI permitiu o conhecimento de algumas características pedológicas do local assim como a interação do solo, clima, uso e ocupação do solo. Pode-se perceber a relação entre relevo e rocha com a ocorrência dos vários tipos de solo e ação da água sobre o terreno da FEI, evidenciando peculiaridades quanto a distribuição e características das feições erosivas atuantes na Fazenda Experimental de Iguatemi . Essa relação ficou nítida com a realização da topolitossequência de solos.

A realização da topolitossequência mostrou o sistema pedológico de uma vertente da área previamente e estrategicamente selecionada, assim como variação dos horizontes do solo em cada ponto de tradagem, especialmente no horizonte A e juntamente com a descrição dos solos foi possível o mapeamento dos solos, associação com a carta de declividade para elaboração da carta de capacidade de uso do solo. Fato este de importância fundamental para os resultados obtidos na elaboração da carta de erosão.

Todos esses procedimentos tiveram como resultado final a elaboração da carta de erosão, para estabelecer o uso e manejo mais adequado a área da Fazenda. O LATOSSOLO juntamente com o NITOSSOLO foram os solos menos atingidos pelos processos erosivos, já o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, apresentou diversas feições erosivas classificadas desde moderadas até muito forte.

Assim com esse trabalho procura-se fornecer informações pedológicas e cartográficas, para servir de subsídios para práticas agrícolas racionais e melhor conservação do solo.

Utilizando-se das características e análise do solo e especificamente a topossequência da vertente estudada, o planejador tem possibilidade de utilizá-la como ferramenta para o manejo. Dentre outras características apresentadas pela topossequência que podem ser também utilizadas no manejo.

A carta de erosão obtida ao final da pesquisa, permitirá ao administrador da propriedade, localizar e buscar alternativas para solução dos problemas pertinentes aos agentes erosivos e sua atuação na área de abrangência da pesquisa, assim como suas características, distribuição e localização.

A pesquisa buscou analisar toda área da FEI, ressaltando as características mais peculiares da área. Entre as considerações a ser expressas, devemos nos atentar para a necessidade de técnicas que busquem incessantemente o êxito de qualquer problema de conservação do solo, tanto no fator físico como suas implicações sociais, educacionais e econômicas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUDI, R. *Classificação de solos em " Classes de Capacidade de Uso", com emprego de fotografias aéreas.* USP – IG. Caderno de Ciências da Terra, n° 3. São Paulo, 1970.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 3ed. São Paulo: Ícone, 1993.

BIGARELLA, J. J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. ABGE/ADEA, Maringá. 1985.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et pédologie I. Prise em compte de l'organization bidimensionnelle de la couverture pédológique: lês études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance dês sols. Cah. ORSTOM. Ser. Pédol. Vol. XIX, N. 4, 1982. p. 309-322.

CZUY, D. C. ; NAKASHIMA, P. *A utilização do método do perfil cultural para análise da degradação dos solos na Fazenda Experimental de Iguatemi (UEM) distrito de Iguatemi – município de Maringá-PR.* In: XIII Semana de Geografia – UEM, Maringá Anais 2003.

DAEE/IPT. Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas. São Paulo, 1989.

GUERRA, A. T. & GUERRA A. J. T. (1997) – Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. Bertrand Brasil – Rio de Janeiro, 648 p.

GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. Erosão e conservação dos solos: conceitos temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

IBGE. Manual técnico de pedologia. Rio de Janeiro: 2ª edição, 2007.

IPT. Mapa geológico do Estado de São Paulo (escala 1:500.000) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 1981.

LAWS, J. O. Measurements of the fall velocity of water drops and raindrops. TAGU, Washington. 709 – 721 p. 1941.

LEINZ, V. Geologia Geral. 2.ed. São Paulo: Nacional, 1963.

LEMOS, R. C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo, por R.C. Lemos e R.D. dos Santos.* 3ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

LOLLO, J. A. O uso da técnica de avaliação do terreno do processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas. Tese de doutorado. São Carlos, EESC. 1996.

MAACK, R. *Geografia física da Paraná*. Ed. José Olympio. Secretaria da Cultura e do Esporte do governo do estado do Paraná. Curitiba, 1981. 442p.

MAZUCHOWSKI, J. Z. & DERPSCH, R. Guia de preparo de solo para culturas anuais mecanizadas. Curitiba: ACARPA, 68 p. 1984.

MINES, FRANCE. COELHO, N.C.D.; ZUQUETTE, L.V. Mapeamento geotécnico com base de perfis típicos de alteração para caracterização de unidades de terreno. 2º Simpósio de geologia do Sudeste. São Paulo, 1991.

MODENESI, M. C. JORDÃO, S. A erosão acelerada em Caçapava – São Paulo. São Paulo, 1992.

MUNSELL. *Soil Color Charts, 1975.*

NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. Solos do terceiro planalto do Paraná – Brasil. In: *I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense*, Maringá. Anais do Engeopar, 2003.

PAREDES, E. A. *Planta Planialtimétrica da Fazenda Iguatemi da UEM.* Maringá, 1983.

REICHE, PARRY. Survey of weathering processes and products. Univ. Of New Mix. Pub. In Geology, nº 01. 1985.