

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares

Renata Santos Momoli

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Solos e
Nutrição de Plantas**

**Piracicaba
2011**

Renata Santos Momoli
Engenheiro Agrônomo

Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Orientador:
Prof. Dr. **MIGUEL COOPER**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Solos e
Nutrição de Plantas**

**Piracicaba
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Momoli, Renata Santos

Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares / Renata Santos Momoli. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. - - Piracicaba, 2011.
190 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011.

1. Conservação do solo 2. Dinâmica sedimentar 3. Erosão 4. Matas ciliares 5. Solos I.Título

CDD 551.303
M733d

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

À minha família que me deu suporte e confiança
para a superação dos obstáculos da vida
e a compreensão de que, sem eles
não teria me transformado.

OFEREÇO

À minha filha Giovanna,
por ser minha fonte de
alegria e força.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Miguel Cooper, pela orientação, paciência, disposição e bom humor constante que foram fundamentais na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Pablo Vidal-Torrado pela confiança, amizade e apoio nos momentos difíceis.

Ao Prof. Franciso Sergio Bernardes Ladeira pela valiosa contribuição nas questões geomorfológicas e ao Prof. Carlos Tadeu dos Santos Dias e seus orientandos Edilan e Simone na elucidação dos problemas estatísticos.

Aos membros do Conselho de Pós-Graduação do Programa de Solos e Nutrição de Plantas, pela oportunidade de reingresso ao meio acadêmico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida.

Ao Sr. Marcos Martins Rodovalho pela prestimosa concessão da área de estudo em sua propriedade – Fazenda Ponte Nova e pela solicitude em todos os aspectos de apoio logístico.

Ao Engenheiro Agrônomo Murilo Freitas Iossi cujo auxílio nas coletas de dados em campo viabilizou boa parte deste projeto.

Aos colegas do Departamento de Solos, Raul, Selene, Tatiana, Beltrão, João, Jaqueline, Mariana e Laura pelo valioso auxílio, tanto nas atividades práticas, quanto na troca de idéias e experiências.

Ao companheiro de todas as horas Rogério, cujo apoio incondicional foi fundamental na elaboração dos mapas e na redescoberta do amor.

Aos estagiários, Ariane, Picles, Carla, Edison, Marcos, Alix e Thales pelo auxílio tanto nas atividades de laboratório quanto nas viagens de campo.

Aos funcionários Dorival Grisotto, Camila, Célia e Marta pela prestimosa ajuda em campo e no campus.

Aos técnicos Luiz Silva e Chiquinho pelo auxílio e assistência às análises realizadas.

Á todos aqueles que de alguma forma participaram e colaboraram para a realização de mais um importante projeto de vida.

“Para que se possa obter um resultado é necessário primeiro analisar a natureza das forças em questão, e qual a posição que lhes corresponde. Para que o homem possa manejar corretamente as forças externas, é necessário, antes de tudo, que ele próprio chegue ao ponto de vista acertado, pois só a partir deste posicionamento poderá agir de forma correta.”

(I CHING - 64.ANTES DA CONCLUSÃO)

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 DESENVOLVIMENTO.....	17
2.1 Revisão bibliográfica.....	17
2.1.1 Bacias hidrográficas e sistemas geomorfológicos.....	17
2.1.2 Interação entre componentes da paisagem	18
2.1.3 Erosão: impactos globais, nacionais e regionais.....	20
2.1.4 Sedimentação.....	21
2.1.5 Conservação do solo.....	22
2.1.6 Mata ciliar.....	24
2.1.6.1 Dendrocronologia e Dendrogeomorfologia.....	26
2.1.7 Análise multiescalar.....	29
2.1.7.1 Escalas de bacia hidrográfica e de vertentes.....	30
2.1.7.2 Escala de horizontes.....	31
2.1.7.3 Escala micromorfológica.....	31
2.2 Material e métodos.....	32
2.2.1 Área de estudo	32
2.2.1.1 Histórico.....	32
2.2.1.2 Localização.....	33
2.2.1.3 Clima	34
2.2.1.4 Vegetação.....	36
2.2.1.4.1 Fisionomia Regional da Vegetação.....	36
2.2.1.5 Litologia.....	39
2.2.1.6 Geomorfologia.....	39
2.2.1.6.1 Regional.....	39
2.2.1.6.2 Local.....	40
2.2.1.7 Solos.....	45
2.2.1.7.1 Regional.....	45
2.2.1.7.2 Local.....	46
2.2.2 Metodologia.....	47
2.2.2.1 Pluviometria e Piezometria.....	47
2.2.2.2 Atributos e Distribuição do Solo e dos Sedimentos.....	48
2.2.2.2.1 Distribuição Espacial dos Horizontes ou Análise Estrutural.....	49
2.2.2.2.2 Granulometria.....	52
2.2.2.2.3 Química.....	53
2.2.2.2.3.1 Determinação do pH em CaCl₂.....	54
2.2.2.2.3.2 Determinação do pH em água e em KCl.....	54
2.2.2.2.3.3 Determinação da Acidez Potencial.....	54
2.2.2.2.3.4 Determinação do alumínio trocável.....	54
2.2.2.2.3.5 Determinação da Matéria Orgânica.....	55
2.2.2.2.3.6 Determinação do Potássio – Mehlich 1.....	55

2.2.2.2.3.7 Extração de Cálcio, Magnésio e Fósforo.....	55
2.2.2.2.3.8 Determinação de Cálcio e Magnésio.....	56
2.2.2.2.3.9 Determinação do Fósforo.....	56
2.2.2.2.4 Micromorfologia.....	56
2.2.2.2.5 Deposição de Sedimentos.....	58
2.2.2.2.6 Caracterização da Mata Ciliar.....	61
2.2.2.2.6.1 Levantamento Fitossociológico.....	61
2.2.2.2.6.2 Seleção de indivíduos para dendrocronologia.....	62
2.2.2.2.6.3 Análise dendrocronológica e dendrogeomorfologia.....	63
2.2.2.3 Análise estatística dos dados.....	65
2.2.2.3.1 Análise da distribuição granulométrica da fração areia.....	65
2.2.2.3.2 Análise da distribuição de sedimentos.....	66
2.2.2.3.3 Análise estatística da inter-correlação dos anéis de crescimento..	67
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
2.3.1 Águas pluviais., subterrâneas e nascentes.....	67
2.3.1.1 Monitoramento da precipitação.....	67
2.3.1.2 Monitoramento lençol freático.....	69
2.3.1.3 Ocorrência de nascentes.....	72
2.3.2 Atributos e distribuição do solo e dos sedimentos.....	75
2.3.2.1 Análise Estrutural.....	75
2.3.2.2 Granulometria.....	79
2.3.2.2.1 Dispersão em Hexametafosfato de Sódio + NaOH.....	79
2.3.2.2.2 Dispersão em Água.....	82
2.3.2.2.3 Fracionamento das areias.....	85
2.3.2.2.3 Química.....	87
2.3.2.2.4 Micromorfometria.....	89
2.3.2.2.5 Deposição de sedimentos.....	94
2.3.2.5.1 Sedimentos X Relevo.....	94
2.3.2.5.1.1 Transporte dos sedimentos.....	98
2.3.2.5.1.2 Distribuição Espaço-Temporal dos sedimentos.....	100
2.3.2.5.1.3 Análise Estatística.....	107
2.3.2.5.2 Dinâmica da Sedimentação X Precipitação.....	112
2.3.2.5.3 Dinâmica da Sedimentação X Voçorocas Efêmeras.....	118
2.3.3 Mata ciliar e datação dos sedimentos.....	122
2.3.3.1 Levantamento Fitossociológico.....	122
2.3.3.2 Seleção de indivíduos para dendrocronologia.....	126
2.3.3.3 Dendrocronologia	127
2.3.3.4 Dendrogeomorfologia.....	133
3 CONCLUSÃO.....	135
REFERÊNCIAS.....	137
ANEXOS.....	145

RESUMO

Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares

A expansão agrícola no Cerrado brasileiro vem causando severos impactos negativos decorrentes do manejo inadequado das terras. Um destes impactos é a erosão em campos de cultivo que gera grande quantidade de sedimentos, os quais podem ser interceptados em faixas vegetadas com espécies arbóreas ou gramíneas. Várias medidas conservacionistas são indicadas para a minimização destes impactos, dentre elas a presença de cobertura florestal nativa ao longo dos cursos d'água. As matas ciliares funcionam como corredores ecológicos que favorecem a biodiversidade e colaboram na manutenção da qualidade do solo e da água. A largura fixa e simétrica dessa faixa de vegetação conforme proposto pela legislação, em algumas situações se mostra ineficiente, porém a largura ideal ainda permanece controversa. Com o objetivo de propor novas informações acerca da largura ótima para Áreas de Preservação Permanente (APP's) o presente estudo analisa as matas ciliares de forma multidisciplinar, onde são considerados diversos fatores que influenciam na dinâmica do ecossistema ripário. Fatores climáticos, geomorfológicos e pedológicos são relacionados e focados na interação das matas ciliares com os processos erosivos e seus impactos intrínsecos. Foram utilizadas técnicas convencionais para estudos de solos, como análise estrutural, análise granulométrica em soluções dispersantes (NaOH e H₂O) e micromorfologia, técnicas pertinentes a estudos geomorfológicos como uso de pinos de erosão, além de técnicas inovadoras como a dendrogeomorfologia que utiliza árvores como testemunho temporal de processos ambientais. Dessa forma foram avaliados espaço-temporalmemente os sedimentos depositados nas nascentes da zona ripária da microbacia hidrográfica do Rio Meia Ponte. A análise integrada da granulometria e da micromorfologia dos solos e sedimentos revelou a predominância da sedimentação ao longo da borda da mata ciliar. A deposição de sedimentos na área de estudo varia intensamente (coeficiente de variação de 77,76%) tanto no espaço como no tempo, tendo sido observada a deposição de até 37 cm de sedimentos em alguns locais e, a erosão de até 14 cm na superfície em outros. Sendo que de um mês para outro também foi observada alternância entre sedimentação e erosão num mesmo local. A análise dendrogeomorfológica evidenciou que nos últimos 15 anos houve a deposição de até 50 cm de sedimentos. A deposição de sedimentos na área de estudo ocorre distribuída de forma geral na área numa média de 12 cm, bem como de forma localizada próxima aos sulcos de erosão (voçorocas efêmeras) e às raízes tabulares de árvores como figueiras (*Ficus insípida*). Os maiores índices de sedimentação ocorreram no verão de 2008/2009 quando chuvas muito intensas atingiram o solo descoberto. A ocorrência de voçorocas que atravessam tanto o campo de cultivo quanto a zona ripária reduz a eficiência da mata ciliar na retenção de sedimentos. Outro impacto negativo de grande proporção é o soterramento das nascentes e plântulas que afetam a regeneração da floresta.

Palavras-chave: Erosão; Sedimentos; Zona ripária; Mata ciliar; Dendrogeomorfologia

ABSTRACT

Sedimentation dynamic under riparian forested soils

Agricultural expansion in the Brazilian Savanna causes several negative impacts due to inappropriate land use. One of these impacts is represented by soil erosion in agricultural fields producing big amounts of sediment, which can be intercepted by vegetated areas with pastures or arboreous species. Several conservationist techniques are indicated to minimize these impacts, including maintenance of native vegetal coverage along water courses. Riparian forests act as ecological corridors promoting biodiversity and collaborating in water and soil quality maintenance. The symmetric and fixed width of vegetated stripes proposed by law is inefficient in some situations, and the ideal width is still controversial. With the purpose of proposing new data about the ideal width for permanent preservation areas (APP's), this study analyzes riparian forests in an integrated way taking into account several factors that influence the dynamic of riparian ecosystems. Climatic, geomorphological and pedological factors are related and focused in interaction with riparian forests, erosion processes and related intrinsic impacts. Conventional techniques were used for the soil studies such as structural analysis, particle size distribution analysis with dispersive solutions (NaOH and H₂O) and micromorphology. Other techniques were used for geomorphological studies like erosion pins and dendrogeomorphology that uses trees as a temporal evidence of environmental processes. Using these techniques the spatial-temporal distribution of sediments deposited on the sources located in the riparian zone of the basin of Meia Ponte river, was studied. The integrated analysis of particle size and morphology of soils and sediments revealed the dominance of sedimentation along the edge of the riparian forest. The deposition of sediments in the study area varies greatly (coefficient of variation of 77.76%) both in space and time, the deposition was observed up to 37 cm of sediments in some locations, and erosion of up to 14 cm in surface in others. From one month to another was also observed alternation of sedimentation and erosion in one place. The dendrogeomorphic analysis showed that in the last 15 years there was deposition of sediment of up to 50 cm. Sediment deposition in the study area is generally distributed in an average of 12 cm, and locally next to rills (ephemeral gullies) and tabular roots of trees such as figs (*Ficus insipida*). The biggest rates of sedimentation occurred in the summer of 2008/2009 when very intense rains hit bare soil. The occurrence of gullies that cross both the field and the riparian zone and reduces the efficiency of riparian forest on sediment retention. Another negative impact is the large proportion of the springs and seedling burial that affect forest regeneration.

Keywords: Erosion; Sediments; Riparian zone; Riparian Forest; Dendrogeomorphology

1 INTRODUÇÃO

Muitos estudos abordam métodos de controle de erosão do solo que possibilitam amenizar os impactos negativos da erosão em áreas agrícolas e também nos cursos d'água. Entre eles muitos citam as matas ciliares como eficiente filtro na retenção de sedimentos oriundos do processo erosivo. Porém muitas dúvidas ainda restam acerca da largura ótima da mata ciliar.

Além da simples medida de distância horizontal a partir do curso d'água (como hoje é preconizada na legislação do Código Florestal (1965), outros aspectos como relevo, tipo de solo e precipitação deveriam ser considerados.

O presente trabalho busca uma interpretação mais integrada do ambiente para a proposição das dimensões que a mata ciliar deve possuir para promover a interceptação dos sedimentos derivados da erosão das áreas à montante. A utilização de estacas ou pinos para estimar a deposição na mata ciliar pode representar um método prático e direto de mensurar os impactos negativos da erosão na mata ciliar. Este método também serve como indicador para auxiliar na compreensão da dinâmica da deposição de sedimentos em função da presença de voçorocas efêmeras e em função da presença de árvores com raízes tabulares.

As árvores da mata ciliar também podem atuar como indicadores de processos de deposição. Indicam através do registro da quantidade de sedimentos depositados ao seu redor e também das possíveis alterações anatômicas no lenho que permitem inferir sobre a época e a magnitude do processo de deposição.

Este trabalho pretende fornecer argumentação técnica para as futuras alterações na Legislação sobre Áreas de Proteção Permanente e Reserva Legal em propriedades agrícolas que se encontra atualmente transitando nas esferas legislativas do governo. Visto que tais alterações ainda não encontraram denominadores comuns capazes de conciliar as aspirações ecológicas e do agronegócio.

Neste contexto, as hipóteses deste trabalho são:

- a) A mata ciliar é eficiente na retenção de sedimentos oriundos de processos erosivos;
- b) os parâmetros físicos e morfológicos utilizados neste estudo são eficientes para avaliar os impactos da erosão sobre a mata ciliar;

- c) a ocorrência de erosão concentrada em voçorocas efêmeras altera o padrão de distribuição de sedimentos na mata ciliar;
- d) estudos dendrogeomorfológicos auxiliam na compreensão da dinâmica do processo de deposição de sedimentos quanto à velocidade e intensidade da sedimentação em ambientes ripários;
- e) a presença de espécies arbóreas com sistema radicular tabular potencializa o efeito de filtro da mata ciliar, ou seja, a retenção de sedimentos;
- e) a largura da mata ciliar definida em função da largura do curso de água não é a largura ótima para retenção de sedimentos no ecótono ciliar.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência da mata ciliar na retenção de sedimentos oriundos da erosão em áreas cultivadas na forma de lavoura anual conduzida em sistema de plantio direto na Região Centro Oeste do Brasil. Utilizando diferentes análises como granulometria, micromorfologia, dendrogeomorfologia, pretende-se inferir sobre os processos hidrológicos, pedológicos e geomorfológicos que comandaram o assoreamento da mata ciliar, tendo como testemunho as árvores do cerrado frente às mudanças ambientais ocorridas nos últimos 50 anos.

Os objetivos específicos são:

- a) avaliar, por meio de métodos qualitativos e quantitativos, a eficiência de matas ciliares na retenção de sedimentos e consequente redução do processo de assoreamento em microbacias hidrográficas;
- b) mensurar o processo de interceptação de sedimentos pela mata ciliar, com precisão mensal;
- c) datar os sedimentos presentes na zona ripária;
- d) inferir sobre a velocidade e intensidade dos processos que impactam a área de estudo;
- e) relacionar fatores climáticos e morfológicos ao padrão de distribuição de sedimentos na zona ripária.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Bacias Hidrográficas e Sistemas Geomórfológicos

Uma bacia hidrográfica constitui um sistema aberto de fluxos de matéria e energia (energia solar, ventos, chuvas), onde as condições climáticas não podem ser controladas. Tais sistemas, também chamados de sistemas geomorfológicos (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006) compõem um conjunto de geoformas interligadas geneticamente pela litologia e pelo relevo regional e, sujeitas a alterações provocadas por diversos processos climáticos e geomorfológicos tais como: erosão, transporte, sedimentação, intemperismo/pedogênese, oscilação do nível freático. Tais processos de transformação por sua vez, são mobilizados por aportes externos de energia e matéria (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006).

As unidades morfopedológicas são produtos da inter-relação entre substrato geológico, relevo e solos, que constituem unidades temporo-espaciais e definidas com ênfase no comportamento hídrico de vertentes (RIBEIRO; SALOMÃO, 2003).

O enfoque multidisciplinar é necessário para analisar o relevo como elemento de suporte da atuação antrópica e, principalmente, compreender as relações de reciprocidade existentes entre tal atuação e os processos geomórficos e as susceptibilidades potenciais da área estudada (CUNHA, MENDES, 2005). Esta visão sistêmica possibilita estabelecer e analisar tais inter-relações, assim como compreender os vínculos de dependência entre estes fatores (RIBEIRO; SALOMÃO, 2003).

Nestes sistemas atuam diferentes tipos de fluxos hídricos, como por exemplo, os fluxos laterais, subsuperficiais, laminares e turbulentos. A interação entre a forma da paisagem e a ocorrência alternada e/ou concomitante de cada um dos fluxos anteriormente citados confere a este sistema (bacia hidrográfica) extrema complexidade (PENING DE VRIES, 1998). Por isso torna-se extremamente difícil determinar o funcionamento dos processos erosivos sendo que as interações entre as variáveis são inúmeras e muitas vezes imprevisíveis (MORGAN, 1997).

2.1.2 Interação entre componentes da paisagem

Estudos de fisiologia da paisagem propõem a compreensão da compartimentação topográfica e da estrutura superficial sob o enfoque de processos controlados pelo clima, cobertura vegetal e uso do solo (RODRIGUEZ, 2004). Tais processos geomorfológicos coordenam a paisagem nos seus aspectos morfométricos, morfográficos e cronodeposicionais.

A interação de componentes como material de origem, tipo de solo, topografia, pluviosidade, cobertura e manejo do solo regem a dinâmica da deposição dos sedimentos erodidos das encostas (LIMA et al., 2005, PRUSKI, 2006). A declividade do terreno, por exemplo, interfere na deposição visto que o fluxo de sedimentos derivados do impacto da gota de chuva, do arraste de partículas, o coeficiente de runoff e as taxas de erosão, aumentam com o aumento da inclinação da vertente (FULLEN et al., 1996; SUTHERLAND ,1996). Numa vertente menos inclinada existe a seleção de material mais fino sendo erodido preferencialmente a fração argila e depois silte, dependendo da erosividade da chuva (FULLEN et al., 1996).

Estudos sobre hidrologia de vertentes são essenciais para a compreensão e caracterização do transporte e da dinâmica da deposição de sedimentos em zonas ripárias (LIMA, ZAKIA; 2004). Parte da componente hidrológica pode ser avaliada através de pluviômetros que permitem inferir sobre a erosividade das chuvas (PRUSKI, 2006). Estes instrumentos são necessários para medir a quantidade, intensidade e distribuição das chuvas locais. A determinação da intensidade, freqüência e distribuição das chuvas, bem como a ocorrência de eventos extremos é fundamental para a obtenção de informações acerca da produção de sedimentos e sua distribuição na zona ripária (LIMA, ZAKIA; 2004; PRUSKI, 2006).

Num estudo de 28 anos envolvendo nove bacias hidrográficas, os três mais expressivos eventos extremos foram responsáveis por mais de 50% da perda de solo medida no período (EDWARDS, 1991). Neste mesmo trabalho, este autor afirma que o nível de manejo conservacionista ditado pela média das precipitações pode suprir adequadamente o controle da erosão na maior parte do tempo. Porém, quantidades inaceitáveis de perda de solo podem ser esperadas devido à ocorrência dos eventos

extremos. Para serem bem sucedidas por longos períodos de tempo, as práticas de controle da erosão devem ser eficazes também em controlar a erosão gerada durante os eventos extremos (EDWARDS, 1991).

Estudo conceitual sobre a intensidade e freqüência de chuvas relacionadas ao transporte de sedimentos comprovou que o fenômeno pluviométrico dominante, o principal responsável pela erosão era um fenômeno com período de retorno entre 1,33 a 2 anos, com maior intensidade do que o fenômeno mais freqüente, o que não quer dizer que seja um fenômeno extremo (WOLMAN; MILLER, 1960). Além disso, a maior parte da erosão nas encostas e, o transporte de sedimentos pelos rios é decorrente de fenômenos de moderada intensidade (MORGAN, 1997).

Estudos sobre a erosividade das chuvas relatam que para regiões tropicais, chuvas acima de 25 mm.h^{-1} são responsáveis pelo início da perda de solo (HUDSON, 1977). Tais chuvas possuem energia cinética tal que favorece o processo erosivo, o qual pode ser amenizado ou potencializado devido ao manejo e uso da terra (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990). Na região do cerrado goiano, a ocorrência chuvas de alta erosividade ($8.000 - 10.000 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$) respondem por 80% da perda de solo (SILVA, 2004).

Outro aspecto importante relacionado à hidrologia de vertentes e aos processos que afetam a zona ripária se refere ao comportamento do lençol freático. A relação entre a precipitação e a flutuação do lençol freático depende diretamente de características do terreno como declividade, tipo de solo e cobertura do solo. Estas características influenciam as taxas de escoamento superficial e de infiltração da água da chuva (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990). Por exemplo, a recarga do lençol freático existente sob solos com alto teor de argila é mais lenta do que a recarga em lençóis freáticos sob solos arenosos (TAYLOR; ALLEY, 2001).

A oscilação do lençol freático, além de estar relacionada à precipitação, possui interferência direta da saturação do solo. Em períodos úmidos a elevação do lençol necessitou de maior aporte de chuva do que durante o período seco, quando pouca quantidade de chuva provocou uma resposta rápida na elevação do nível do lençol freático (GRADELLA, 2008). O tempo de resposta do lençol freático frente a um evento chuvoso de

mais de 100 mm em 96 horas foi de aproximadamente 7 dias, na região das encostas da BR 116 no Rio de Janeiro (ERLICH et al., 2010).

2.1.3 Erosão: impactos globais, nacionais e regionais

A erosão hídrica responde pela degradação de um bilhão de hectares de solo no planeta. Isto totaliza um prejuízo de U\$ 400 bilhões dólares/ano entre planos de recuperação de áreas degradadas e perdas na produtividade agrícola (LAL, 1998).

De acordo com estimativas recentes, as perdas de solo em áreas ocupadas por lavouras e pastagens no Brasil são da ordem de 822,7 milhões de toneladas (PRUSKI, 2006). As perdas de nutrientes associadas são da ordem de 1,5 bilhões de dólares, além de quase três bilhões de dólares em prejuízos durante a safra (reposição de nutrientes e perda de produtividade). Os custos dos impactos extrínsecos (tratamento da água, reposição da capacidade de acumulação em reservatórios, manutenção de estradas, recarga de aquíferos, irrigação, etc.) somam mais 1,31 bilhões de dólares anuais (PRUSKI, 2006). Assim, a erosão gera no país um prejuízo de mais de U\$ 5 bilhões/ano.

A erosão também reduz a manutenção de água dentro da bacia. Por exemplo, em cultivos agrícolas as perdas de água foram estimadas em $2.519 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e em áreas sob pastagens $250 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, o que corresponde a uma perda em torno de 171 bilhões de m^3 de água por ano nas áreas ocupadas com estes usos (De MARIA, 1999).

O Estado de Goiás responde por 11,62% da área cultivada com soja e por 6,03% da área cultivada com milho no país (IBGE, 1998). Além da magnitude de contribuição deste estado brasileiro na produção agrícola nacional, 11% dos 177.700.000 ha ocupados com pastagens no Brasil, encontra-se em Goiás. O fato de 81% do território de Goiás estar ocupado por lavouras e pastagens, torna-o um estado com grande potencial de produção de sedimentos originados pelo uso agropecuário do solo.

A erosão do solo tem início com a incidência das precipitações, continua através da desintegração de agregados e culmina no escoamento superficial (PRUSKI, 2006). Considerando que a produção de sedimentos é uma função da erodibilidade do solo aliada à erosividade das chuvas, a diagnose do regime hídrico de uma dada região permite identificar os principais fatores influentes na dinâmica da sedimentação.

Os processos que alteram a paisagem podem ser explorados numa escala temporal de maior magnitude (escala geológica) ou nos fenômenos de curta duração que tratam das interferências antropogênicas (escala humana ou histórica) (RIBEIRO; SALOMÃO, 2003). Entretanto em se tratando de processos erosivos, a distinção entre os que ocorrem naturalmente daqueles que são desencadeados pela interferência humana é difícil e incerta. Porém, como sabemos que a intensificação da agricultura se deu a partir de uma data conhecida, uma forma eficaz de se diferenciar a origem dos processos impactantes é a datação dos sedimentos depositados nas zonas ripárias, que são as partes mais baixas do relevo local.

2.1.4 Sedimentação

Deposição é a quantidade de sedimento acumulado num determinado período de tempo (t), que não ultrapassou o limite de uma dada área em questão. Para que haja tal deposição deve haver transporte ou movimento descendente de água e sólidos em suspensão, através de sulcos ou do fluxo laminar nas áreas entressulcos (RITTER; SHIRMOHAMMADI, 2001). Essa deposição é segmentada, com parte dos sedimentos sendo levados pelos cursos d'água, parte depositados próxima à fonte de sedimentos e também uma parte redistribuída em uma grande extensão da planície aluvial da bacia à jusante ou em reservatórios hídricos .

Parte dos sedimentos originados em eventos erosivos e carreados vertente abaixo pode ser depositada na própria vertente enquanto outra parte pode alcançar os cursos d'água (DOUGLAS, 1990). A parte do sedimento desprendido que não alcança os cursos d'água é depositada em depressões ou concavidades da vertente, sob a vegetação ou em outros locais onde o fluxo superficial perde sua capacidade de transporte (RHOTON et al., 1982). A sedimentação ocorre após e/ou durante os eventos chuvosos, quando muitas partículas de solo são desprendidas e transportadas vertente abaixo, sendo retidas pelas plantas, depressões ou qualquer outro obstáculo situado a jusante da vertente (BRYAN, 2000).

A transportabilidade de cada tipo de sedimento pela enxurrada e, seu potencial para uma subsequente deposição depende amplamente de sua distribuição granulométrica

(HARMON et al., 1989). Se esta transportabilidade for mensurada a partir de características granulométricas baseados na dispersão total, dados errôneos poderão ser gerados (MEYER et al., 1980). Isto porque os sedimentos oriundos de solos muito argilosos consistem parcialmente de agregados e parcialmente de partículas primárias e, a maior parte do sedimento se desloca através da bacia na forma de agregados e não como partículas primárias (SLATTERY; BURT, 1967). Assim a distribuição granulométrica do sedimento transportado pela água de enxurrada foi denominada distribuição granulométrica efetiva (DI STEFANO, FERRO, 2002).

Existem vários métodos de datação de sedimentos, através da análise de elementos como o C¹⁴, Pb, Be e Cs (MATISOFF et al., 2005; MIZUGAKI et al., 2006). Porém todos estes apresentam algum tipo de limitação para a aplicação neste estudo que trata de sedimentação recente, em torno dos últimos 40 anos. A capacidade de produzir anéis de crescimento a cada ano de algumas espécies arbóreas do cerrado pode ser explorada para a datação dos sedimentos depositados nas zonas ripárias. A vegetação ripária se transforma então em testemunha dos processos geomórficos recentes (HUPP; BAZEMORE, 1993; VILLALBA, 2000). Assim as análises dendrocronológicas adquirem grande relevância na inferência da dinâmica dos processos de sedimentação e permitem maior acurácia na interpretação das alterações ambientais que resultam em impactos na qualidade da água e do solo.

2.1.5 Conservação do solo

Na Bacia do Rio Paranaíba, região sudeste do Estado de Goiás estão localizados os principais aglomerados urbanos, bem como áreas com intensas atividades rurais (MATOS, 2000). Esta bacia drena uma área total de 220.195 km². Entre os principais afluentes do Rio Paranaíba estão os rios Corumbá, Meia Ponte e dos Bois (Figura 1) (SEMARH, 1998). Nessa região se desenvolvem as principais atividades econômicas e se concentra a maior população do Estado, originando por isso mesmo os principais problemas sócio-ambientais de Goiás (MATOS, 2000).

Os principais impactos ambientais em relação ao Rio Meia Ponte estão associados a: i) inúmeras barragens para produção de energia, ii) ocorrência de erosão e perdas de solo

relacionadas à intensa atividade agrícola, iii) assoreamento dos rios, iv) ausência de cobertura vegetal ciliar, v) escassez de água, vi) poluição gerada pelos grandes aglomerados urbanos na área de influência direta de seus afluentes. Isto sem falar de outras atividades associadas à agroindústria, mineração de areia para construção civil, mineração de argila para a indústria cerâmica e etc. (SEMARH, 1998).

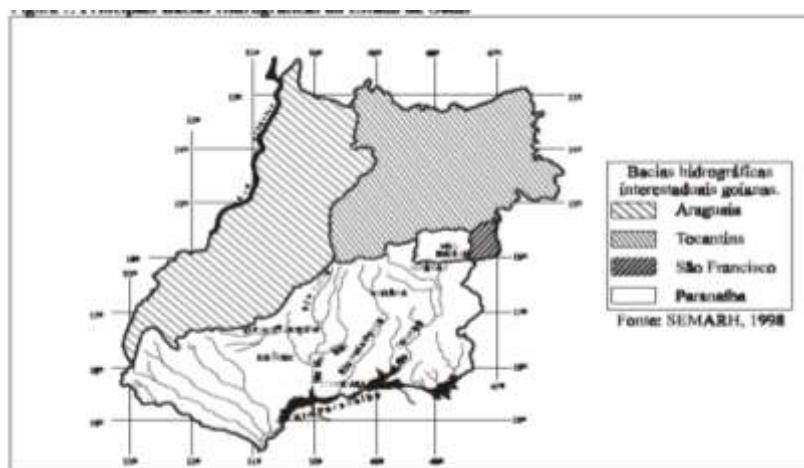


Figura 1 - Principais Bacias Hidrográficas do Estado de Goiás e Rio Meia Ponte (MATOS, 2000)

O cerrado brasileiro foi considerado uma importante fronteira para expansão agrícola a partir da década de 70, quando os preceitos da Revolução Verde preconizavam a intensificação do uso de máquinas e implementos agrícolas, além de insumos como herbicidas, inseticidas e outros agroquímicos. Apesar da ampla ocorrência de latossolos desenvolvidos sobre relevo plano no Cerrado Goiano, a erosão é um impacto que vêm assumindo dimensões assustadoras em decorrência da utilização inadequada do solo. Embora a adoção do sistema de plantio direto venha crescendo anualmente em Goiás, as condições edafo-climáticas da região dos cerrados aceleraram a mineralização da palhada dificultando o sucesso desse sistema no Cerrado como medida conservacionista.

O plantio direto juntamente com o plantio em nível, terraceamento, adubação verde e presença de mata ciliar compõe um conjunto de medidas chamadas de práticas de manejo conservacionista (PMC). Estas medidas resultam numa maior proteção do solo por reduzir o impacto da gota de chuva e a velocidade de enxurrada (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

A conservação e proteção dos ecossistemas ripários, principalmente as matas ciliares consiste em uma medida de perpetuidade dos sistemas agrícolas (LAL, 1998). Os sistemas agrícolas são altamente dependentes de recursos como a água disponível na bacia e solos férteis encontrados nas primeiras camadas da superfície dos terrenos, bem como do equilíbrio de organismos potencialmente patogênicos aos cultivos (CORRELL, 1997; LOWRANCE, 1985). Tais componentes possuem relação direta com o manejo conservacionista de Bacias Hidrográficas. A vegetação ripária propicia a proteção do solo através i) da cobertura contra o desprendimento e pulverização decorrente das chuvas e, ii) da retenção de sedimentos gerados pela erosão à montante (COOPER, 1987; MACHADO, 2003; MOMOLI et al., 2007 ; NAIMAN; DÉCamps, 1997).

Diversos estudos (FERREIRA; DIAS, 2004; SPAROVEK et al., 2001) apontam que a largura da faixa de mata ciliar deva ser determinada de acordo com os atributos morfológicos da bacia hidrográfica. Tais como: i) condições climáticas e topográficas locais, ii) geologia, iii) classe de solo predominante e suas características físico-químicas e, iv) vegetação. Estes atributos condicionam o processo de deposição dos sedimentos oriundos da erosão do solo.

2.1.6 Mata ciliar

Floresta Aluvial, Floresta Ribeirinha, Matas de Galeria e Matas Ciliares são termos específicos para caracterizar a vegetação que ocupa as porções de terras adjacentes aos cursos d'água. Tais locais se encontram sob constante influência do lençol freático e são denominados zonas ripárias (KLAPPROTH; JOHNSON, 2000). Servindo como um filtro ou agente tampão, os ecossistemas ripários bem estruturados podem reduzir os impactos das fontes não-pontuais de poluição, filtrando o escoamento superficial desde o campo de cultivo até os cursos de água (DELONG; BRUSVEN, 1991). Os sedimentos e poluentes ligados aos sedimentos carreados durante a enxurrada podem ser depositados tanto nas florestas ripárias como na vegetação herbácea existente ao longo dos canais de drenagem (NAIMAN; DÉCamps, 1997). Porém quando a vegetação ripária é composta por espécies florestais nativas com alta diversidade de espécies adquire além da função de filtro, o caráter multifuncional, visto que ao passo que protege recursos como água e solo, beneficia também

a fauna e a flora, desempenhando a importante função de corredor ecológico (CORRELL, 1997).

Nos últimos anos, esforços conjuntos dos municípios, produtores rurais, legisladores e comitês de bacias hidrográficas têm sido mobilizados com o intuito de rever alguns parâmetros fundamentais para a conservação do solo e da água, dentre eles um dos mais controversos é a definição da largura ideal da faixa de vegetação nas zonas ripárias. Atualmente, o Código Florestal vigente (Lei nº4771, de 15 de setembro de 1965, modificada pelas Leis nº 7803/89 e 7875/89) estabelece legalmente uma faixa de área que deve ser protegida ao redor dos corpos de água e nascentes. Essa faixa varia de acordo com a largura dos rios e engloba as matas ciliares. A largura mínima de proteção às florestas e demais formas de vegetação natural, situadas ao longo dos cursos de água, consideradas como Áreas de Preservação Permanente (APP's) é de 30 m (para cursos de água com largura de até 10 m) e, nas nascentes ainda que intermitentes, e nos "olhos-d'água", em um raio de 50 m (MACHADO et al., 2003).

No entanto, larguras definidas arbitrariamente e de forma estanque não se ajustam às condições e processos específicos que ocorrem localmente (LEDWITH, 1996; SPAROVEK et al., 2001). Outros atributos da paisagem devem ser considerados na proposição da largura ótima para proteção dos corpos d'água como o relevo e os processos flúvio-geomórficos e as características da vegetação ripária como estádio de desenvolvimento entre outras. A compreensão das características da vegetação ripária como composição florística, estrutura, densidade e idade dos indivíduos pode também auxiliar na elucidação de questões importantes como a magnitude e freqüência dos processos flúvio-geomórficos visto que tais características são entre outros, reflexos das condições físico-hídricas de um ambiente.

Além de desempenhar a função de filtro na mata ciliar, as árvores presentes na zona ripária podem ser consideradas testemunhas de eventos naturais ou antrópicos causadores de impactos negativos em bacias hidrográficas. Algumas espécies arbóreas do cerrado, por exemplo, formam anéis de crescimento anuais em resposta à estação seca bem definida que incide neste bioma brasileiro ((BOTOSSO, 2002; TOMAZELLO Fo et al., 2001). Esta característica possibilita o uso da análise dendrocronológica para a determinação da idade das árvores e a datação de eventos geomórficos como erosão do solo e deposição de sedimentos. Como os sinais de eventos como erosão e/ou deposição ficam registrados no

lenho das árvores, a dendrogeomorfologia representa uma importante técnica e ferramenta para a investigação da dinâmica destes eventos, pois proporciona uma alta resolução temporal (anual) e permite a datação de eventos recentes (VILLALBA, 2000). Desta forma, a dendrogeomorfologia possibilita inferências sobre a época, periodicidade e magnitude dos processos geomórficos que atuam nas zonas ripárias.

2.1.6.1 Dendrocronologia e Dendrogeomorfologia

A dendrocronologia se encarrega de identificar e contar os anéis de crescimento para estimar a idade das árvores. A diferenciação dos anéis de crescimento é mais pronunciada em espécies que se desenvolvem sob clima temperado, onde a estação de inverno é bem severa e paralisa o crescimento da planta. Porém diversos estudos analisaram as espécies arbóreas tropicais e subtropicais e constataram que estas também apresentavam anéis de crescimento devido ao ritmo intermitente de crescimento (BOTOSSO, 2002; TOMAZELLO Fo et al., 2001). Nas regiões tropicais esse ritmo se alterna mais em função do regime hídrico do que pela temperatura. Algumas espécies presentes no bioma cerrado como possuem anéis de crescimento bem definidos e são viáveis para estudos dendrocronológicos (URQUIZA, 2008). Tais espécies possuem ritmo de crescimento anual porque a região do Pantanal Sul Matogrossense apresenta a cada ano uma estação seca bem distinta. Dentre estas espécies encontramos a *Guarea guidonia* (Marinheiro) que é uma espécie perenifólia, heliófita, seletiva higrófita, de matas de galeria e ocorre também no interior da floresta primária densa em freqüência menor (Figura 2) (URQUIZA, 2008).



Figura 2 - Caracterização anatômica macroscópica do lenho do Marinheiro (*Guarea guidonea*) (URQUIZA, 2008)

Segundo RICHTER e DALLWITZ (2010) o gênero *Guarea* pode apresentar limites de anéis de crescimento distintos ou indistintos ou ausentes (Figura 3).

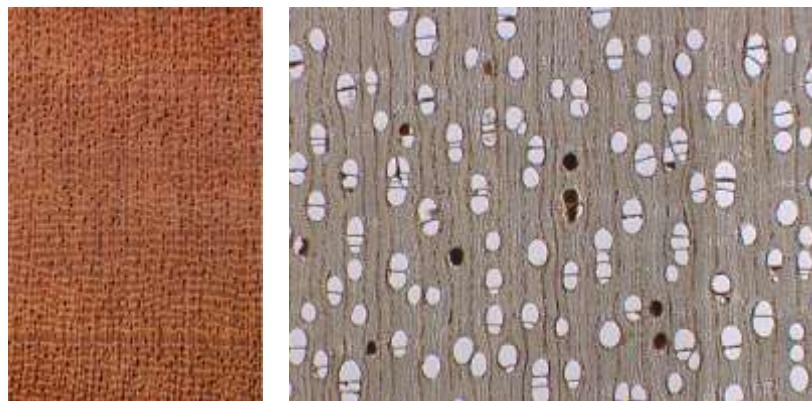


Figura 3 - Caracterização anatômica microscópica do lenho do Marinheiro (*Guarea guidonea*)

No cerrado podemos encontrar também a espécie *Cariniana estrellensis* (Jequitibá-Branco) que apresenta camadas de crescimento aparentemente demarcadas por zonas fibrosas, provocadas por um maior afastamento do parênquima axial (MANIERI, 1989) (Figura 4). Esta espécies também apresenta potencial para análises dendrocronológicas (BOTOSO, 2002).

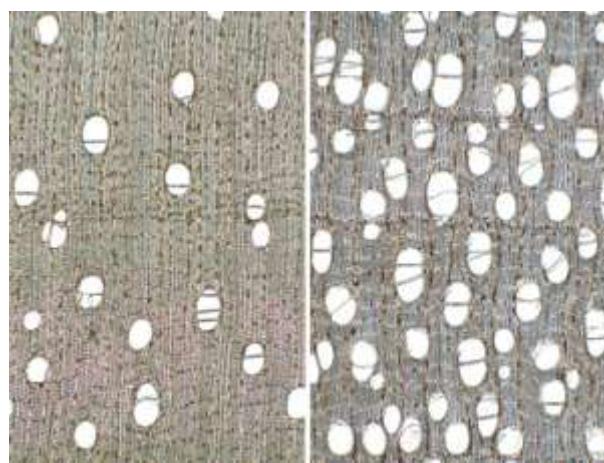


Figura 4 - Caracterização anatômica microscópica do lenho do Jequitibá-Branco (*Cariniana estrellensis*)

A posição do colo de uma planta representa o nível da superfície no momento da germinação e pode ser um indicador de processos erosivos ou deposicionais (Figura 5).

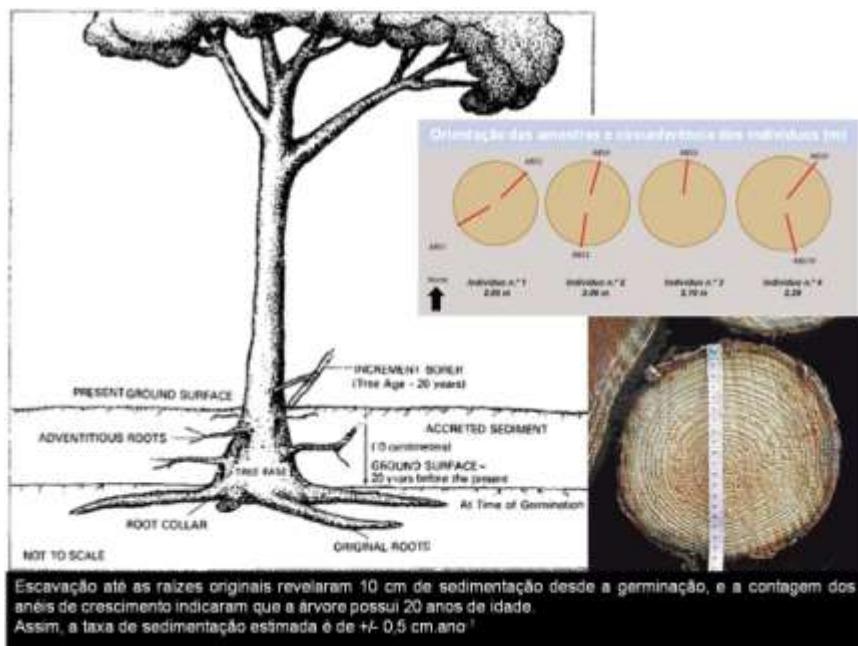


Figura 5 - Representação esquemática da análise dendrogeomorfológica (HUPP & BAZEMORE, 1993)

Determinando-se a idade das árvores através da contagem dos anéis de crescimento podemos estabelecer a velocidade média de agradação ou degradação do terreno (VILLALBA, 2000). Assim a dendrogeomorfologia baseia-se na análise dos anéis de crescimento das árvores para documentar e interpretar processos geomórficos (duração, amplitude e frequência). Tais técnicas associadas a registros hidrológicos foram usadas em espécies florestais para investigar as taxas de deposição de sedimentos em curto prazo (20 anos) (MIZUGAKI et al., 2006). O soterramento do colo submete a planta a um stress que se reflete na configuração anatômica dos anéis de crescimento. Assim, os anéis de crescimento de árvores afetadas por processos geomorfológicos auxiliam na reconstrução cronológica da paisagem. Tais informações dendrocronológicas têm caráter de datação absoluta com resolução anual ou estacional (VILLALBA, 2000).

Estudos sobre padrões temporais e espaciais de sedimentação em várzeas utilizando análises dendrogeomorfológicas (HUPP; BAZEMORE, 1993) relataram aumento na taxa de sedimentação nos últimos 28 anos nos locais observados. Tais análises produziram resultados coerentes com métodos que quantificam a taxa de sedimentação à curto prazo e também com métodos de datação através do ^{137}Cs e Pb (MIZUGAKI et al., 2006).

A análise do padrão de crescimento dos anéis de pinheiros e também da anatomia do lenho revela as alterações devido à sedimentação e subsequente erosão que ficaram registradas (OUDEN et al., 2007). Como reflexo desta sedimentação os tecidos do caule tiveram seus traqueídes reduzidos e os anéis de crescimento tiveram sua largura reduzida e seus limites menos definidos e, quando se deu a erosão da superfície houve um abrupto aumento na espessura do anel e no tamanho dos poros.

Além dos tecidos do caule, as raízes das árvores também podem fornecer informações importantes sobre a magnitude e a época dos impactos sofridos com fenômenos como erosão e/ou sedimentação (CHARTIER, 2009). Porém as alterações anatômicas nas raízes de espécies arbóreas folhosas são mais complexas do que as alterações manifestadas em raízes de coníferas. As alterações mais comuns são na forma dos vasos e nas células fibrosas devido à exposição (GÄRTNER, 2007).

Assim a utilização de técnicas dendrogeomorfológicas permite estabelecer uma sequência cronológica dos pacotes de sedimentação, além de elucidar a intensidade e periodicidade dos eventos que desencadearam os processos geomórficos de deposição de sedimentos na mata ciliar (HUPP; BAZEMORE, 1993).

2.1.7 Análise multiescalar

A compreensão da natureza das transformações que ocorrem na paisagem requer diferentes escalas espaciais e temporais de abordagem, seja para explicar a sua gênese ou para inferir como evoluem no tempo e no espaço (ARAÚJO et al., 2007). A produção de sedimentos pode ser estudada numa grande amplitude de escalas, escala de bacia, escala de microbacia, escala de vertente e escala de parcela (LANE et al., 1998). Cada escala de análise requer um tipo de recurso para a interpretação da paisagem e os processos que nela ocorrem. Recomenda-se a adequação da escala à ferramenta utilizada, por exemplo: estudos em escala de paisagem se beneficiam da análise de imagens de satélite, fotos aéreas, mapas em escala de reconhecimento. Estudos em escalas de bacia ou vertentes requerem metodologias que refletem o processo de ocorrência localizada, como o monitoramento contínuo da erosão, do fluxo de sedimentos, de volume de enxurrada. Já estudos em nível de parcela devem considerar aspectos macro e micromorfológicos do terreno.

2.1.7.1 Escalas de bacia hidrográfica e de vertentes

Estudos em escalas de bacia (>20 ha) e sub-bacia (0,5 a 20 ha) podem revelar as consequências da interação de combinações complexas entre as características da paisagem e/ou o manejo ou uso da terra, sendo que nestas escalas a variabilidade espacial é muito grande (PENING DE VRIES, 1998).

A forma do terreno, sulcos de erosão, litologia e cobertura vegetal respondem pela maior parte da variabilidade da produção de sedimentos (TAMENE et al., 2006). Tal variabilidade pode ser analisada tanto em escala de bacia quanto em escala de vertente e o monitoramento da agradação ou degradação de um terreno pode ser verificado utilizando estacas fincadas no solo, também conhecidas como pinos (ZAIMES et al. 2006).

Estudo realizado numa região montanhosa e sob clima semi-árido na Espanha foi conduzido usando pinos para quantificar a perda de solo (DESIR; MARIN, 2007). Erosão em sulcos e vossorocas foram avaliadas durante uma estação chuvosa (Setembro 2004 a Fevereiro 2005) e revelaram perdas de solo da ordem de $24 \text{ Mg. ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, que corresponderam a 1,03 mm em seis meses.

Taxas de erosão e deposição foram medidas através da instalação de pinos em dunas arenosas em Israel, e seus resultados relacionados com a proporção de cobertura vegetal estabelecida nas áreas. Os valores negativos correspondem à erosão e os positivos à sedimentação e foram encontrados valores variando desde -4 mm/ano até 300 mm/ano (LEVIN et al, 2008).

Estudos (ZAIMES et al. 2006) sobre a magnitude dos processos erosivos, onde a mata ciliar foi capaz de reduzir a perda de solo foram conduzidos através da instalação de pinos de erosão na zona ripária. Neste estudo foi observada uma redução de 84% na perda de solo ao longo da margem de um curso d'água, o que resultou numa retenção de 3,7 toneladas/km num período de quatro anos de monitoramento.

Encostas com declives variando entre 13° e 29° que tiveram sua cobertura vegetal comprometida por incêndio, foram avaliadas através da utilização de pinos de erosão e apresentaram perdas de solo da ordem de 2,7 a 94,3 t. ha^{-1} dependendo da posição no relevo (SMITH; DRAGOVICH, 2008).

2.1.7.2 Escala de horizontes

Processos localizados de erosão, transporte de sedimentos e deposição de partículas no solo são melhor compreendidos se analisadas em escala de detalhe, ou seja, na escala dos horizontes e/ou camadas do solo. Nesta escala o uso de recursos como análise estrutural (BOULET et al., 1982) e análise granulométrica são recomendados para a definição de aspectos morfológicos dos solos e dos sedimentos que ocupam uma dada área.

A natureza e intensidade dos processos erosivos que transportam o material desprendido do solo podem ser interpretadas através da análise de parâmetros estatísticos como diâmetro médio dos grãos, curtose e simetria (FOLK; WARD, 1957).

A argila transportada na forma de agregados pode ser depositada na superfície quando a velocidade do fluxo diminuir (SWANSON; DEDRICK, 1967). Essa deposição ocorrerá apenas quando a capacidade de transporte de sedimentos for excedida (YU, 2003). Sendo que capacidade de transporte é afetada pela rugosidade da superfície, pelo gradiente de declividade e pela intensidade e duração dos eventos chuvosos (MITCHELL, 1983; MUÑOZ-CARPENAA, 1999).

2.1.7.3 Escala micromorfológica

Estudos detalhados de micromorfologia de perfis de solo abertos ao longo de transecções permitem explicar a evolução da movimentação do terreno e os processos pedogenéticos que levaram à sua formação (BOULET et al., 1982). A micromorfometria através da análise de imagens permite quantificar e caracterizar a porosidade em amostras indeformadas de solo. E pode ser usada também para quantificar os efeitos do uso e manejo do solo na porosidade (MIEDEMA, 1997), pois os atributos do solo e as condições ambientais interferem simultaneamente no processo erosivo (DI STEFANO, FERRO, 2002; LAL, 1998).

Em estudos de sedimentação, o uso de técnicas micromorfológicas associadas à análise granulométrica da fração areia é fundamental na descrição da distribuição espacial e da morfologia de sedimentos na paisagem.

A heterogeneidade granulométrica e a forma dos agregados influenciam na geometria do espaço poroso e na fábrica do solo (BRYAN, 2000). Por exemplo, os poros complexos são resultantes do empacotamento ou empilhamento de grãos de material grosso e/ou agregados que propiciam a formação de poros irregulares, orientados ao acaso e fortemente interconectados (BULLOCK et al., 1985; CASTRO et al., 2000). A estrutura em blocos produzida pela agregação proporcionada pela argila e pela matéria orgânica normalmente condiciona o aparecimento de macroporos ($> 1000 \mu$) (CHISCI et al., 2001; PAGLIAI; VITTORI ANTISARI, 1993; PAGLIAI et al., 2004).

2.2 Material e métodos

2.2.1 Área de estudo

2.2.1.1 Histórico

A expansão agrícola vem substituindo a vegetação nativa do Cerrado por cultivos agrícolas. A partir da década de 70 os terrenos da região do sul de Goiás passaram por diversos cultivos no sistema de plantio convencional (SPC), tais como: algodão, milho, sorgo e soja. A partir da década de 90 iniciou-se a transição dos sistemas de plantio convencional para o sistema de plantio direto. Neste sistema a semeadura é feita sobre a palhada do cultivo anterior, as operações de preparo de solo são eliminadas e/ou reduzidas, e as operações de cultivo são substituídas em grande parte por operações de pulverização com agroquímicos.

Na área onde foi conduzido o presente trabalho a transição para o sistema de plantio direto ocorreu em 1998. Em 2005 o sistema sofreu algumas modificações considerando que o plantio sobre a palhada por si só fosse suficiente como medida de proteção do solo contra a erosão hídrica. Nessa ocasião foram eliminados da área os terraços de infiltração, permanecendo apenas as curvas de nível como forma de conservação do solo e controle da enxurrada.

Algumas operações mecanizadas como pulverizações foram conduzidas no sentido do declive, morro abaixo. Somando-se a isso a estação chuvosa subsequente apresentou índices de pluviosidade muito acima das médias históricas. Esta configuração de solo sem

terraços para contenção de enxurrada, voçorocas efêmeras previamente abertas pelos rodados das máquinas e chuvas muito intensas resultou numa grande perda de solo, tanto por erosão laminar quanto por erosão concentrada. Como medida de reconstrução do terreno para o plantio foi adicionado à superfície erodida várias toneladas de solo trazidas em caminhões para recobrimento dos voçorocas efêmeras e regularização do terreno para o tráfego das máquinas agrícolas.

A mata ciliar adjacente ao cultivo de soja abriga diversas e importantes nascentes de água que alcançam o Rio Meia Ponte. No interior da mata ciliar foram observados sinais de transporte e deposição de sedimentos decorrentes da erosão à montante. Em 2009 o cultivo de soja foi substituído pelo cultivo da braquiária no intuito de implantar a Reserva Legal à montante na Área de Proteção Permanente (APP) para atender às exigências da legislação ambiental.

2.2.1.2 Localização

A área de estudo está localizada na nascente do Córrego Ponte Nova, no município de Goiatuba. Faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, afluente do Rio Paranaíba no sudeste do Estado de Goiás (MATOS, 2000), entre as latitudes $17^{\circ}46'48''\text{S}$ e $18^{\circ}00'48''\text{S}$ e entre as longitudes $49^{\circ}21'30''\text{W}$ e $50^{\circ}18'00''\text{W}$ (Figura 6).



Figura 6 - Localização da área de estudo, zona ripária no município de Goiatuba – GO – Brasil

1.3 Clima

Na região, o clima é tropical quente e úmido (Aw, segundo Köeppen), com temperaturas médias de 30°C nos meses mais quentes e 19°C nos meses mais frios.

A precipitação pluviométrica média anual é 1.500mm (MATOS, 2000, SEMARH, 1999). A Figura 7 representa a distribuição da precipitação média anual nas diferentes regiões do estado de Goiás.

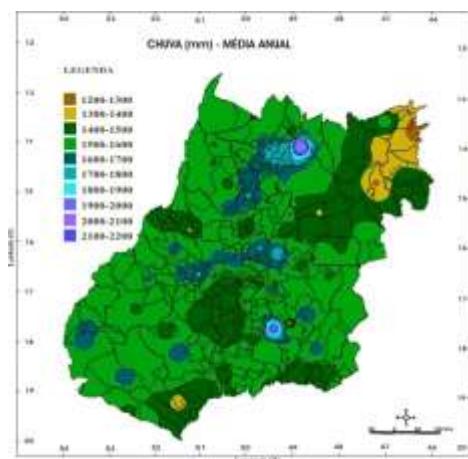


Figura 7 - Precipitação pluvial média anual (FONTE: SEMARH, 1999)

O Estado de Goiás é caracterizado por duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa, que se inicia em setembro ou outubro e vai até abril, e outra, seca (Figura 8).

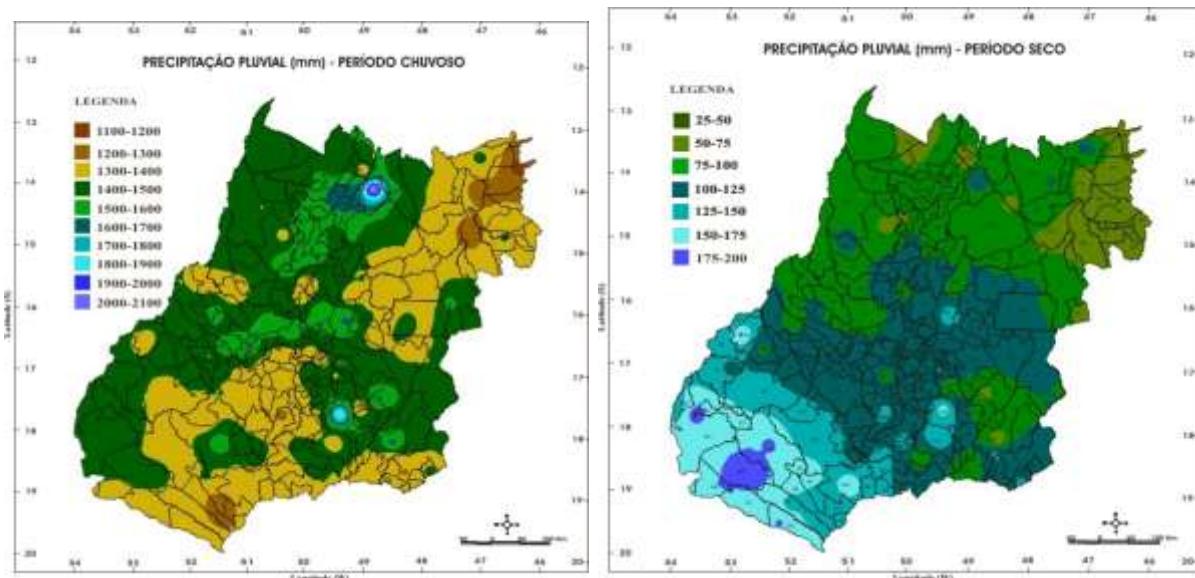


Figura 8 - Precipitação pluvial - período chuvoso (outubro a abril) e período seco (maio a setembro) (FONTE: SEMARH, 1999).

A umidade relativa do ar média anual é de 66%, apresentando o mês de julho o menor índice (52%) e, janeiro, o maior (82%) (Figura 9).

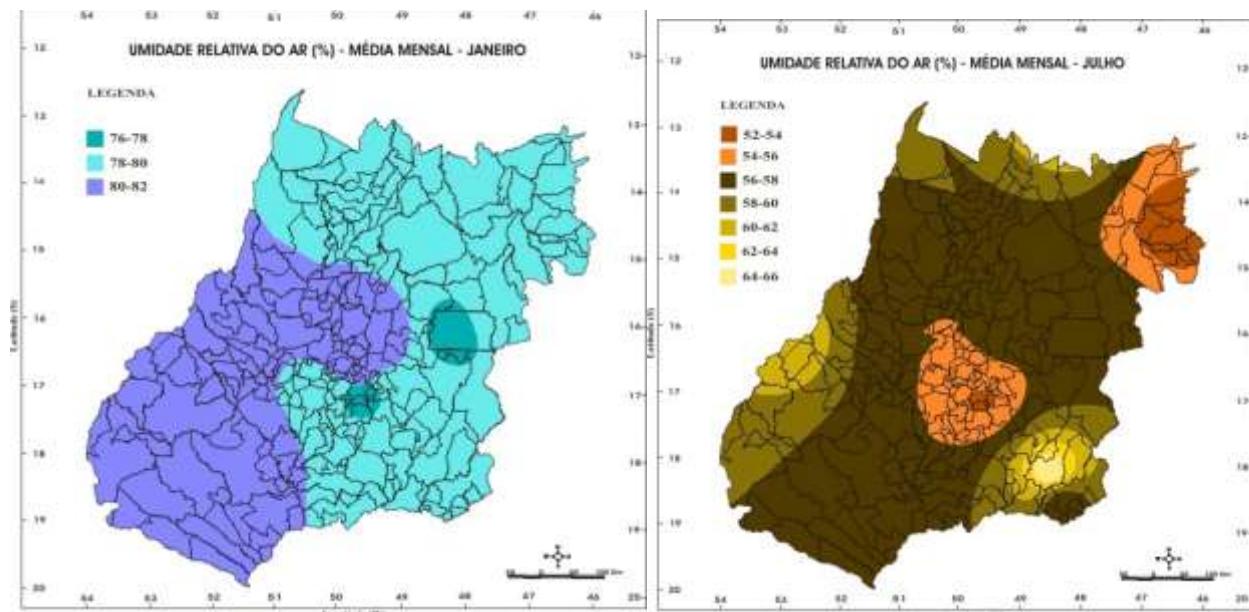


Figura 9 - Umidade relativa do ar: médias de Janeiro e Julho (FONTE: SEMARH, 1999)

Durante a estação chuvosa, o Estado apresenta excesso hídrico climático, que decresce do norte para o sul e do noroeste para o leste. O excesso hídrico climático assume uma distribuição espacial heterogênea, enquanto o déficit apresenta comportamento espacial homogêneo (Figura 10).

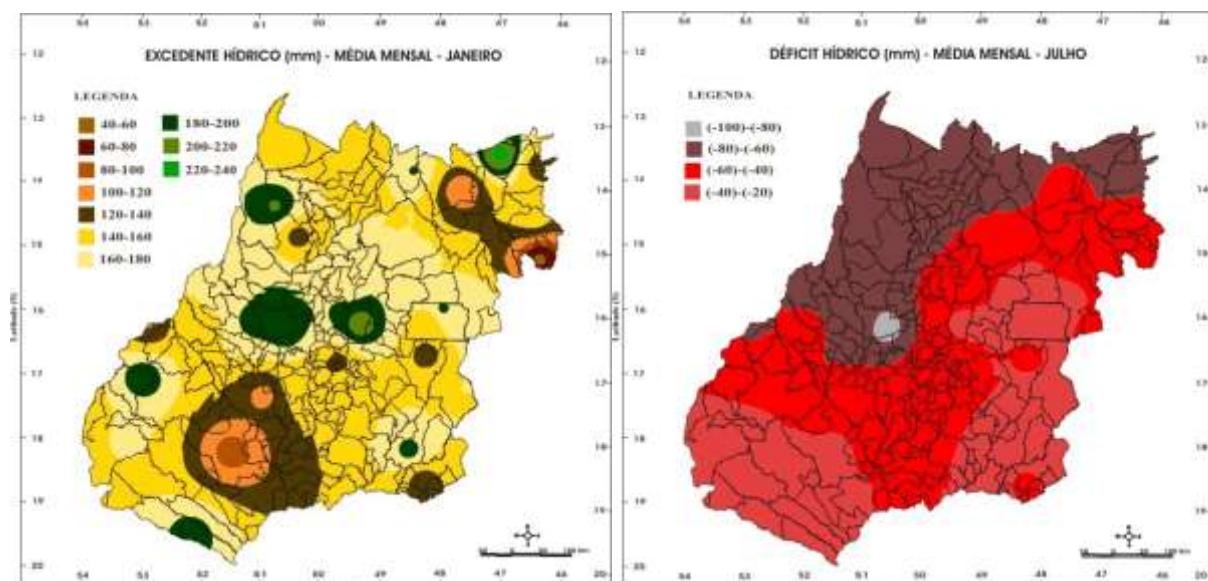


Figura 10 - Excedente hídrico: médias em Janeiro e Julho (FONTE: SEMARH, 1999).

No município de Goiatuba, a precipitação média no mês de Janeiro fica em torno de 300 mm enquanto no mês de Julho a quantidade de chuva pode tender a zero (0mm). As temperaturas máximas observadas durante a primavera alcançam 32°C, e as mínimas nos meses de Junho/Julho não foram inferiores a 28°C (Figura 11).

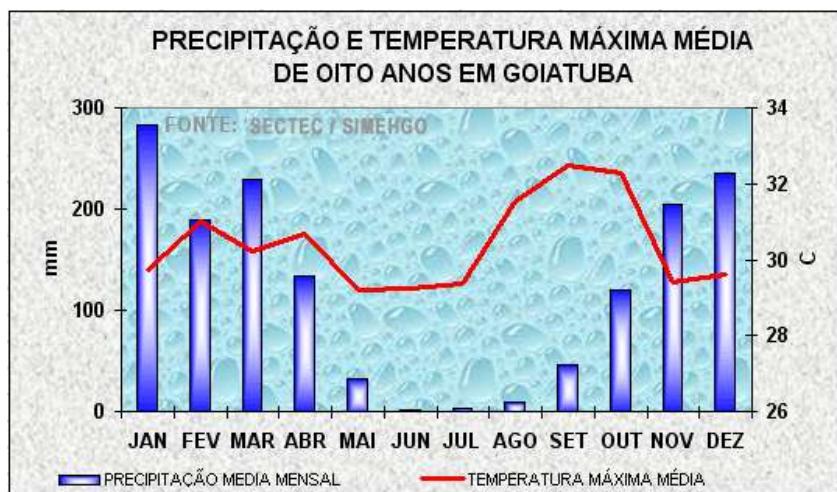


Figura 11 - Médias de temperatura e precipitação dos últimos oito anos em Goiatuba - GO (Fonte: SIMEHGO).

2.2.1.4 Vegetação

A Savana ou Cerrado é conceituado como uma vegetação xeromorfa, que se desenvolve sob preferencialmente de clima com estação seca bem definida, podendo ser encontrada também em clima ombrófilo (SEMARH, 1999). Conforme conceito adotado pelo Projeto RADAMBRASIL, o termo Savana refere-se às várias formações herbáceas da zona neotropical intercaladas por pequenas plantas lenhosas até arbóreas, em geral serpenteadas por florestas-de-galeria.

2.2.1.4.1 Fisionomia Regional da Vegetação

A vegetação natural da região compreende as fisionomias Cerradão e Mata Seca e encontra-se atualmente bastante degradada, concentrando-se nas áreas mais declivosas como ravinas e fundos de vale (MATOS, 2000). A ocorrência da Floresta Estacional Semideciduosa está condicionada pela dupla estacionalidade climática, uma tropical com época de intensas chuvas de verão seguidas por estiagens acentuadas. Nesta formação

dominam indivíduos com 20m a 50m de altura sendo que esta formação apresenta mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável (VELOSO *et al.*, 1991).

Na Microrregião Meia Ponte, a Floresta Estacional Decidual encontrava-se associada, principalmente, a áreas com relevo ondulado e forte ondulado onde ocorre a associação de solos com média e alta fertilidade natural. Ocupava em torno de 1.956,23 km² (9,17% da área total) e com a antropização restaram aproximadamente 723,59 km² (3,39% da área total) (SEMARH, 1999). A Floresta Estacional Semidecidual Aluvial ocorre associada a formações pioneiras em relevos que variam de plano a suave ondulado e desenvolvidas sobre os solos Gleissolos Órticos e Neossolos Flúvicos, localizadas principalmente na Planície Aluvial do Rio Meia Ponte (SEMARH, 1999). Com a antropização grande parte da vegetação original da Região Fitoecológica da Savana foi substituída por pastagens e, em menor proporção, por culturas cíclicas com alto investimento de capital como a soja (Figura 12).



Figura 12 - Cultivos de pastagens e de soja ocupando os espaços destinados à vegetação nativa do cerrado

Levantamento recente realizado para o Zoneamento Ecológico da Microrregião do Rio Meia Ponte identificaram várias espécies nas diversas regiões fitoecológicas, sendo que nas zonas ripárias a vegetação presente corresponde à Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (SEMARH, 1999) (Quadro 1).

NOME COMUM	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO
Angico; angico-vermelho	LEGUMINOSAE	<i>Anadenanthera sp.</i>
Bacuripari	GUTTIFERAE	<i>Rheedia sp.</i>
Brejaúba	PALMAE	<i>Bactris sp.</i>
Copaíba; pau-de-óleo	LEGUMINOSAE	<i>Copaiifera langsdorffii</i> Desf.
Esporão-de-galo; limão-rana	ULMACEAE	<i>Celtis iguanea</i> (Jacq.) Sarg.
Freijó-claraíba	BORAGINACEAE	<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.D.C.
Gameleira; figueira	MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>
Garapa; amarelão	LEGUMINOSAE	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr. var. <i>molaris</i>
Imbiriçu	BOMBACACEAE	<i>Pseudobombax spp.</i>
Ingá –xixica; ingá-cordão	LEGUMINOSAE	<i>Inga alba</i> Willd.
Ingá-mirim	LEGUMINOSAE	<i>Inga cylindrica</i> Mart.
Ipê-amarelo	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl). Nichols
Jatobá-da-mata	LEGUMINOSAE	<i>Hymenaea courbaril</i> L var. <i>stilbocarpa</i>
Jenipapo	RUBIACEAE	<i>Genipa americana</i> L.
Jenipapo-de-cavalo; jenipapo-branco	RUBIACEAE	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham & Schl). Schum.
Jequitibá; bingueiro	LECYTHIDACEAE	<i>Cariniana rubra</i> Gardn. ex Miers.
Maminha-de-porca; tamanqueira	RUTACEAE	<i>Zanthoxylum rhoifolia</i> (Lam.). Engl.
Mirindiba	COMBRETACEAE	<i>Buchenavia tormentosa</i> Eichl.
Murici-da-mata	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsinima sericeae</i> DC.
Mutamba	STERCULIACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
Pau-jacaré	VOCHysiACEAE	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.
Pau pombo	ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
Uvinha; mangabarana	SAPOTACEAE	<i>Micropholis velunosa</i> (Mart & Eichl.)

Quadro 1 - Espécies identificadas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial

2.2.1.5 Litologia

A litologia regional é formada por estruturas Pré-Cambrianas do Complexo Goiano, representada pelos granulitos com intercalações de quartzitos e micaxistas, além do diabásio e basalto da Formação Serra Geral (MATOS, 2000). Próximo ao município de Goiatuba, a litologia corresponde à Formação Serra Geral, inserida na Bacia do Paraná que em Goiás ocupa uma faixa principal de aproximadamente 200 km de comprimento por 100 km de largura.

Dentro dos limites da Microrregião Meia Ponte prevalece o Domínio das Rochas Sedimentares e Basálticas da Bacia do Paraná constituídas de basaltos toleíticos cinza-escuros a esverdeados, com intercalações de arenitos finos a médios com estratificação cruzada, arenitos arcossianos, siltitos e argilitos, diques de diabásios e gabros cinza-escuros (SEMARH, 1999). São rochas da Formação Serra Geral que muitas vezes apresentam-se intertrapeadas com sedimentos Botucatu e cobertas por sedimentos Terciários, constituídos de Coberturas Detrito-Lateríticas.

2.2.1.6 Geomorfologia

2.2.1.6.1 Regional

Estudos geomorfológicos no Estado de Goiás realizados por LATRUBESSE, CARVALHO (2006) identificaram diferentes compartimentos de relevo. A área de estudo localiza-se na chamada Zona de Erosão Recuante (ZER), caracterizada por escarpas que tangenciam duas diferentes Superfícies Regionais de Aplainamento (SRAII e SRAIV). As ZER consistem em grandes reentrâncias que marcam a erosão das superfícies de aplainamento antigas a partir de um nível de base inferior (local ou regional) associado à rede de drenagem que evolui por erosão recuante, dissecando as superfícies de aplainamento e gerando outras SRA's (LATRUBESSE; CARVALHO 2006). A ZER onde se insere a área de estudo está associada à grande bacia de drenagem do Rio Meia Ponte e apresenta recuos significativos e vales com vertentes apresentando depósitos coluviais, onde observa-se fragmentos de lateritas erodidas.

As lateritas são formadas por intenso intemperismo químico de rochas pré-existentes que se tornam enriquecidas em Fe e Al e empobrecidas em Si, K e Mg e são resultado de repetidos ciclos de umedecimento e dessecação dos horizontes, favorecendo a oxidação do ferro e a formação de goetita e hematita cristalina. Podem também estar sendo geradas no perfil de intemperismo, associadas à zona de oscilação do nível freático e à circulação de água nas vertentes, podendo originar crostas na parte inferior das mesmas (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006).

2.2.1.6.2 Local

No Domínio das Rochas Sedimentares e Basálticas da Bacia do Paraná destacam-se dois compartimentos geomorfológicos, o Planalto Alçado de Goiânia que corresponde aos topos e bordas e vertentes das Chapadas com altitudes variando de 600 a 900m, apresentando dissecação fraca e, o Planalto Rebaixado de Goiânia que corresponde a um conjunto de superfícies pediplanadas com cotas normalmente abaixo de 600m e grau de dissecação médio (Figura 15).



Figura 15 - Planalto Alçado e Planalto Rebaixado na região do município de Goiatuba

As Bordas Escarpadas das Chapadas correspondem a um compartimento situado na zona de contato de topo das Chapadas com as superfícies rebaixadas do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná e possuem relevo escarpado, íngreme, abrupto, com cotas variando de 600 a 700m, formando uma frente de cuesta com mais de 100m de desnível, situadas, na Microrregião Meia Ponte, nas imediações de Joviânia/Vicentinópolis e à oeste/noroeste de Goiatuba (Figura 16) (SEMARH, 1999).



Figura 16 - Escarpas íngremes à montante da área de estudo e veredas à jusante

O Planalto Rebaixado de Goiânia abriga cursos d'água volumosos, encaixados e controlados pela estrutura subjacente e o padrão de drenagem retangular a sub-retangular é mais marcante, em consequência do controle estrutural exercido por falhas ou sistemas de diaclasamentos. Dentre eles destacam-se o Rio Paranaíba e seus afluentes: rios Corumbá, Meia Ponte, dos Bois, Turvo, que nascem na porção norte da subunidade e se dirigem para sul, desaguando no rio Paranaíba. Em alguns trechos, esses cursos d'água apresentam leito encaixado. Em outros, notadamente nos altos cursos, comportam áreas de terraços associados a planícies.

Nos fundos de vale foi evidenciada grande quantidade de depósitos tecnógenos. Esses depósitos são originados pela ação do homem, podendo ser construídos (aterros, por exemplo), induzidos (depósitos aluvionares resultantes do uso do solo, por exemplo) e modificados (lançamento de rejeitos tecnógenos como adubos, em depósitos naturais) (PMG, 2004).

Na região estudada encontramos depósitos tecnógenos resultantes do cultivo agrícola. Tais depósitos foram gerados a partir do manejo indadequado da terra que foi sucessivamente exposta à ação de máquinas e implementos agrícolas, pulverizando o solo da superfície. As partículas pulverizadas desprenderam-se da matriz do solo e foram

facilmente carregadas vertente abaixo, pela água da chuva. Boa parte deste solo desprendido encontra-se atualmente depositado na zona ripária, soterrando as diversas nascentes que afloram no Planalto Rebaixado (Figura 17).



Figura 17 - Fotografia aérea dos planaltos de Goiânia e destaque para a zona ripária situada na nascente do Rio Meia Ponte

O município de Goiatuba se encontra na região citada como contato litológico de acordo com o levantamento realizado pelo SIEG-GO, entre as litologias metamórficas de Granito-Gnaisses Indiferenciados e, os Basaltos e Arenitos da Formação Serra Geral do Triássico – Jurássico.

No barranco da BR 153, próximo ao km 670 aflora um pacote sedimentar composto por siltitos, argilitos, e arenitos finos verde-arroxeados, da Formação Corumbataí do Período Permiano (Figura 18).

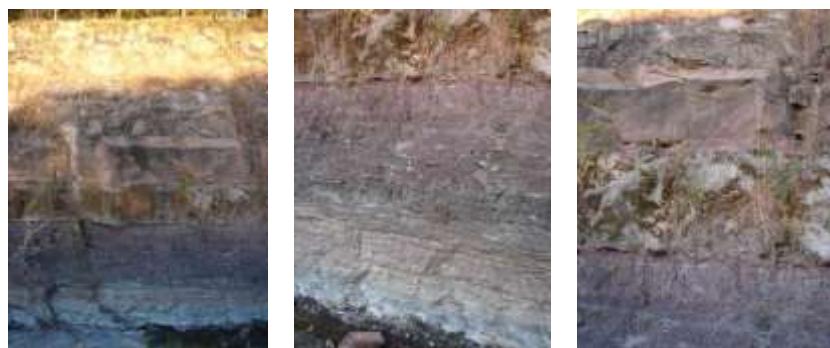


Figura 18 - Afloramentos de rochas sedimentares ao longo da BR153

No topo da serra localiza-se o lixão municipal de Goiatuba, que funciona também como área de empréstimo para a retirada de material para obras e construções civis. Devido ao revolvimento do solo e exposições dos horizontes subsuperficiais algumas feições puderam ser observadas, como a presença de geodos de quartzo e calcedônia inseridos na matriz de rocha básica (Figura 19).

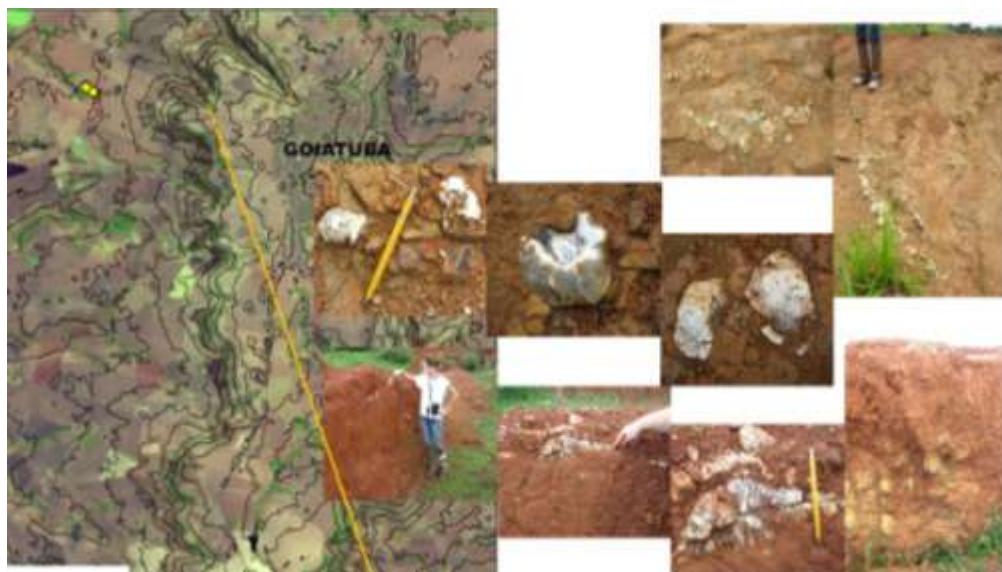


Figura 19 - Afloramento de basalto com geodos de quartzo e calcedônia

À jusante do lixão, nas encostas escarpadas observou-se a presença de um material bem diverso do proveniente de rochas básicas, de coloração amarelada e textura silto-arenosa, encontrado sob o solo vermelho sobrejacente (Figura 20).



Figura 20 - Afloramento de rochas e regolito na gruta do lixão

A Figura 21 ilustra a sequência dos afloramentos litológicas ao longo da BR 153 e também na encosta da serra que separa os dois planaltos presentes na região.

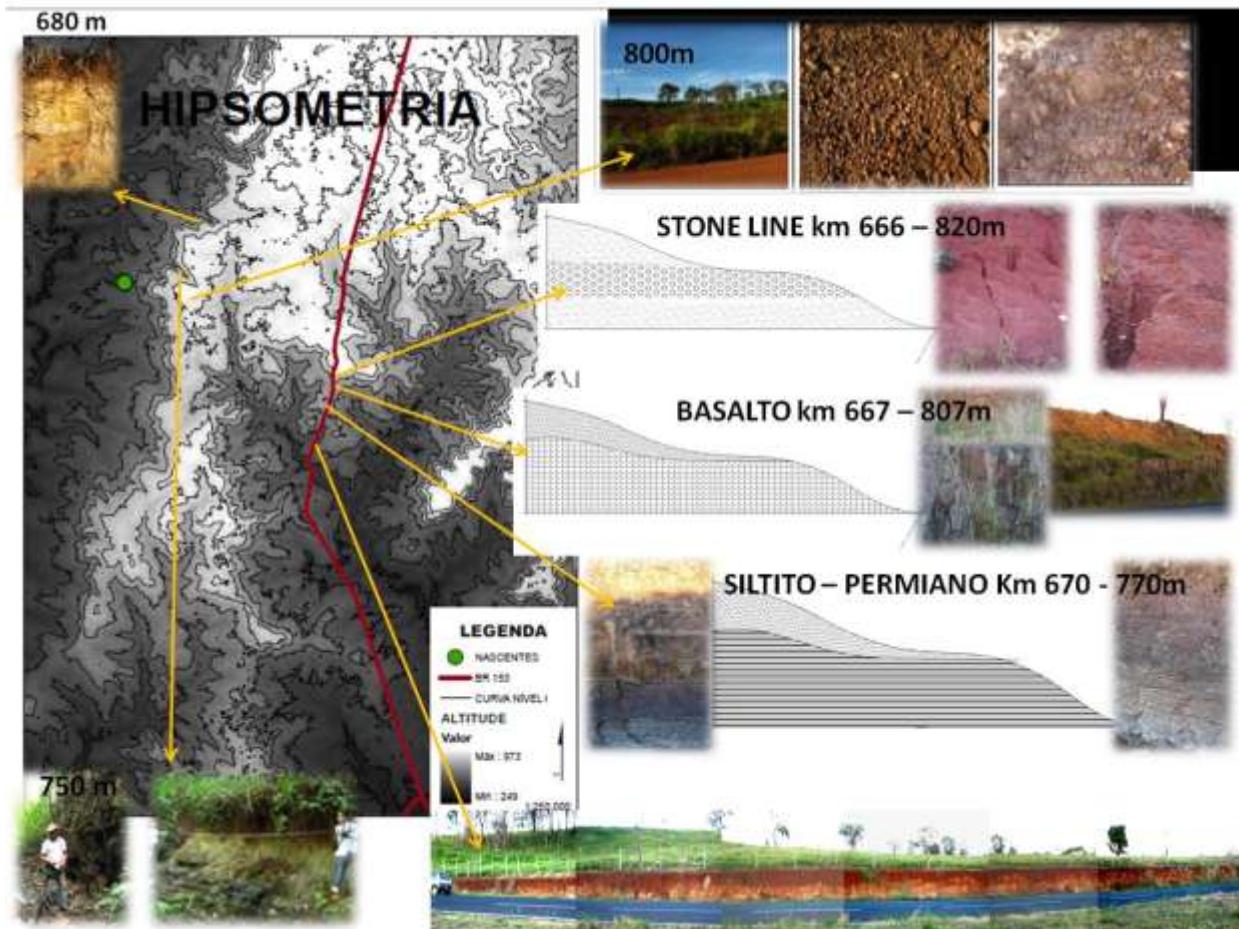


Figura 21 - Sequência dos afloramentos litológicos observados na região

As sucessões sedimentares e magmáticas da Província Paraná imprimem um relevo escarpado do tipo planalto à porção ocidental desta bacia (Figura 22).



Figura 22 - Configuração do relevo condicionado pela litologia correspondente à Formação Serra Geral

2.2.1.7 Solos

2.2.1.7.1 Regional

Nas chapadas e chapadões, a ocorrência de relevos aplainados juntamente com as condições de clima tropical úmido, favoreceu os processos de formação de Latossolos, tornando-os presença predominante, de uma maneira geral. Nas chapadas ao sul do Estado de Goiás concentram-se os Latossolos Vermelhos Distroférricos, relacionados aos basaltos da Formação Serra Geral, enquanto os demais Latossolos se distribuem pelo restante do Estado. Outros tipos de solos como Nitossolos, Argissolos, Cambissolos e Plintossolos ocorrem com menor expressão, condicionados por relevos mais movimentados ou ambientes com drenagem imperfeita.

Nos Planaltos: Rebaixado e Alçado da Bacia do Paraná predominam os solos férricos, devido à influência do material de origem: basalto (SEMARNH, 1999). Nas áreas de relevo plano ocorre o Latossolo Vermelho férrico, enquanto nas áreas de relevo ondulado e forte ondulado encontra-se o Nitossolo Vermelho férrico. Em algumas situações pode haver influência de outro material originário, arenitos ou sedimentos terciário-quaternários, nesses casos podem ocorrer Latossolo Vermelho mesoférrico e Latossolo Vermelho-Amarelo mesoférrico (SEMARNH, 1999). Nos bordos ou em locais geomorficamente desgastados dos chapadões, é comum a ocorrência de Plintossolos Pétricos, relacionados à exposição das couraças lateríticas (concentrações residuais decorrentes de intemperismos, rica em ferro), ocorrência comum a estas paisagens (GALINKIN, 2003). Argissolos, Nitossolos e Cambissolos estão associados às situações de relevo mais movimentado.

Nas zonas ripárias de relevo plano e no geral, sujeitas a inundações anuais de curta duração, no período de maior precipitação pluviométrica, ocorrem os Gleissolos e os Neossolos Flúvicos (SEMARNH, 1999).

2.2.1.7.2 Local

Através de tradagens exploratórias de reconhecimento na região do Planalto Setentrional Alçado da Bacia do Paraná, foram observadas linhas de seixo nos barrancos à beira da estrada e as tradagens não se aprofundaram devido à ocorrência de substrato rochoso com nódulos de laterita e blocos de basalto próximos à superfície (Figura 23). Foram observadas na matriz do solo remanescentes rochosos de diferentes composições como nódulos lateríticos, quartzo e alterita de rochas básicas.



Figura 23 - Feições de solo derivado de diabásio com concreções ferruginosas

Numa incursão ao lixão da cidade, que também funcionava como área de empréstimo de solo, foram observados na matriz do solo fragmentos de rochas básicas e geodos com calcedônia e quartzo em diferentes estágios de cristalização (Figura 24).



Figura 24 - Geodo de quartzo e calcedônia na matriz do solo

Na gruta, situada na escarpa entre os dois níveis de planaltos observamos a ocorrência de um perfil de solo com colorações contrastantes e um material muito claro

derivado de rochas sedimentares que afloravam ali (Figura 25). Foi feita a descrição do perfil, coleta de amostras e medições.



Figura 25 - Perfil de solo divergente da litologia local

2.2.2 Metodologia

2.2.2.1 Pluviometria e Piezometria

A aquisição de dados contínuos referentes às precipitações foi possível através da utilização do Pluviômetro de Báscula da marca CAMPBELL® modelo CR10X acoplado a um datalogger. Este equipamento mediu continuamente a intensidade de chuva com uma resolução de 0,2mm (INAMASU, 1996) (Figura 26). O equipamento foi configurado, porém para registrar os eventos chuvosos em intervalos de 15 (quinze) minutos, ou seja, apenas os totais de chuvas acumuladas a cada 15 minutos.



Figura 26 - Conjunto Campbell composto por pluviômetro de báscula e datalogger

Para avaliar o comportamento hídrico da zona ripária em questão foram implantados 5 (cinco) piezômetros numa transeção desde o interior da mata ciliar e até sua borda (Figura 27). Assim, medições sistemáticas foram registradas a fim de avaliar a flutuação da profundidade do lençol freático e a variação horizontal do afloramento das nascentes presentes na área. Cada poço piezométrico foi constituído de um cano de polietileno de quatro polegadas, com pequenos furos nas laterais do cano. Estes foram enterrados no solo até uma profundidade tal que ultrapassasse em aproximadamente 20 cm o afloramento do lençol freático, identificada através de tradagens.

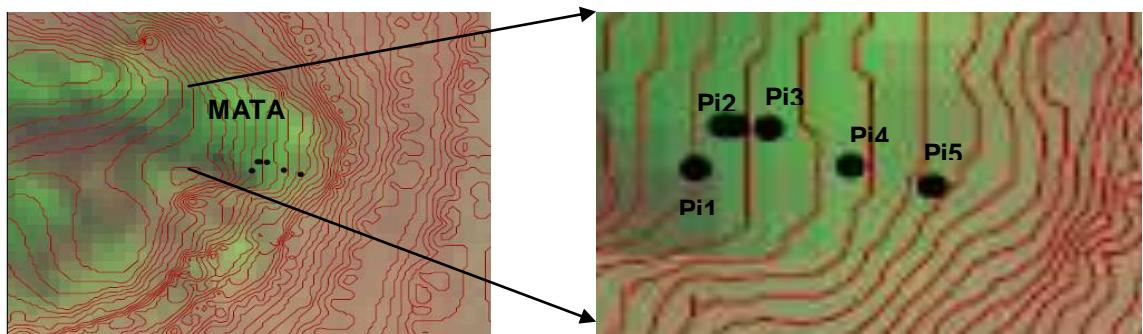


Figura 27 - Localização dos piezômetros no interior e na borda da mata ciliar

Os piezômetros foram distribuídos de maneira tal que os piezômetros Pi1, Pi2 e Pi3 foram locados no interior da mata ciliar, o Pi4 encontra-se na borda da mata e o Pi5 encontra-se no campo cultivado.

2.2.2.2 Atributos e Distribuição do Solo e dos Sedimentos

Para a condução desta pesquisa foi selecionada uma área de cultivo anual de soja preparada sob o sistema de plantio direto. O estudo foi realizado ao longo de transecções dentro da zona ripária (Transecto Mata – TM), à montante no cultivo de braquiária (Transecto Estrutural – TE) e, foram coletadas também para averiguação amostras no alto da Serra e na Grotá, entre os dois planaltos da região (Figura 28). Amostras de solo e sedimentos foram coletadas com trado holandês ao longo destas transecções para a realização de estudos morfológicos, micromorfológicos, químicos e de datação (CAMARGO et al. 1998 ; CASTRO et al. 2000; FOLK; WARD, 1957; LEMOS; SANTOS, 2000).



Figura 28 - Transectos na Zona Ripária, na área cultivada e na escarpa

2.2.2.2.1 Distribuição Espacial dos Horizontes ou Análise Estrutural

A distribuição bi e tri-dimensional e a geometria dos horizontes dos solos e das camadas de sedimentos na mata ciliar foram estudados utilizando-se a técnica da análise estrutural descrita por BOULET et al. (1982). Esta técnica consiste na caracterização morfológica detalhada dos horizontes e dos sedimentos utilizando trincheiras e tradagens. A identificação de similaridades entre horizontes e sedimentos nos diferentes pontos de observação leva ao agrupamento geométrico destes, seja bi-dimensionalmente quando trabalhando sobre as transecções ou tri-dimensionalmente quando trabalhando nas parcelas.

Durante a realização do estudo da distribuição dos horizontes e sedimentos pelo método exposto acima, foram coletadas das trincheiras, amostras deformadas (EMBRAPA, 1999) e indeformadas de solo (BULLOCK, 1985). Além das coletas em trincheiras foram coletadas também amostras deformadas de solo em tradagens, com a finalidade de caracterizar a distribuição e seleção das partículas (areia, silte e argila) dos sedimentos depositados dentro da mata ciliar.

Os três transectos da mata ciliar (TM's) foram locados a partir da borda para o interior da zona ripária (Figura 29). O transecto TM1 inicia-se a partir da estaca de número 3 e avança 60 m metros para o interior da mata ciliar, o transecto TM2 inicia-se a partir da estaca

7 e o transecto TM3 tem início na estaca 36 e como os outros também segue em direção ao interiores da mata ciliar.

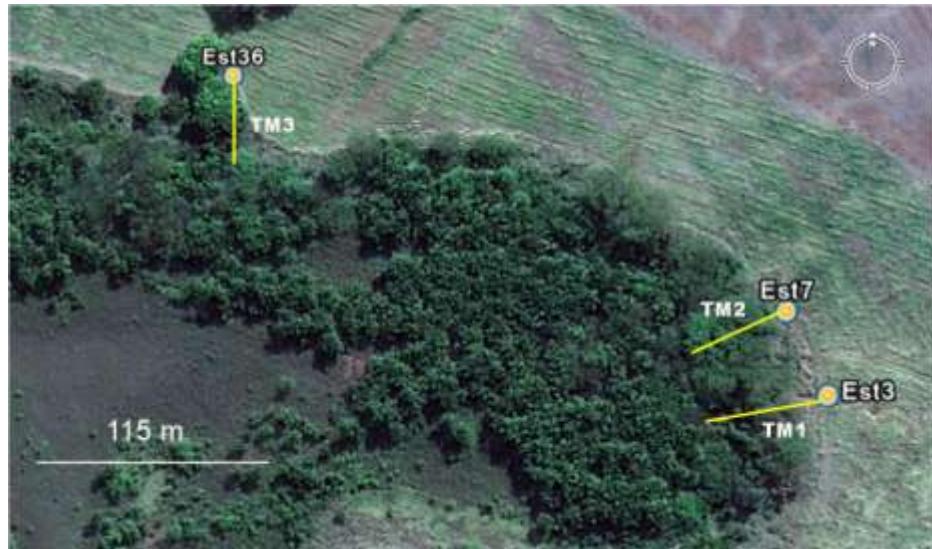


Figura 29 - Transectos na zona ripária (TM1, TM2 e TM3)

No transecto TM1 foram feitas seis tradagens (TM 1.1, TM 1.2, TM 1.3, TM 1.4, TM 1.5 e TM 1.6) com distância constante de 10 m entre cada uma delas, no transecto TM2 também foram feitas seis tradagens (TM 2.1, TM 2.2, TM 2.3, TM 2.4, TM 2.5 e TM 2.6) enquanto no transecto TM3 foram feitas cinco tradagens (TM 3.1, TM 3.2, TM 3.3, TM 3.4, TM 3.5). Em todos os transectos o espaçamento entre tradagens foi de 10 m (Figura 30).

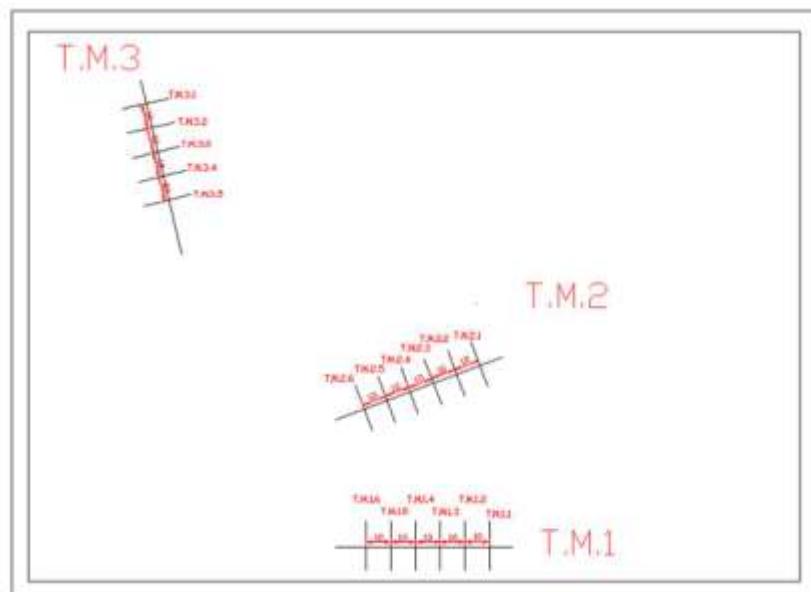


Figura 30 - Layout esquemático das tradagens nos transectos da zona ripária (TM1, TM2 e TM3)

As amostras foram coletadas a cada 20 cm até a profundidade de 1m, quando a profundidade do solo assim permitia, o que não aconteceu em todos os pontos de tradagem, pois em alguns locais havia condições de impedimento. No transecto TM1 por exemplo houve impedimento devido ao solo estar saturado pelo lençol freático superficial (TM 1.5 E TM 1.6), o mesmo aconteceu nos pontos TM 2.4, TM 2.5 e TM 2.6 no transecto TM2. Já nos pontos TM 3.1, TM 3.2, TM 3.3, TM 3.4 do transecto TM3 o impedimento à perfuração do trado foi causado por uma camada subsuperficial de laterita tornando o solo raso nestes pontos.

Também foram feitas tradagens em três transectos (TE1, TE2 e TE3) no cultivo de braquiária à montante da zona ripária, que iniciam na borda da mata e seguem vertente acima em direção ao carreador (Figura 31).



Figura 31 - Transectos no cultivo de braquiária à montante da zona ripária (TE1, TE2 e TE3)

No transecto TE1 foram feitas três tradagens (TE1P1, TE1P2 e TE1P3), no transecto TE2 foram feitas quatro tradagens (TE2P1, TE2P2, TE2P3 e TE2P4) e no transecto TE3 foram feitas três tradagens (TE3P1, TE3P2 e TE3P3) (Figura 32).

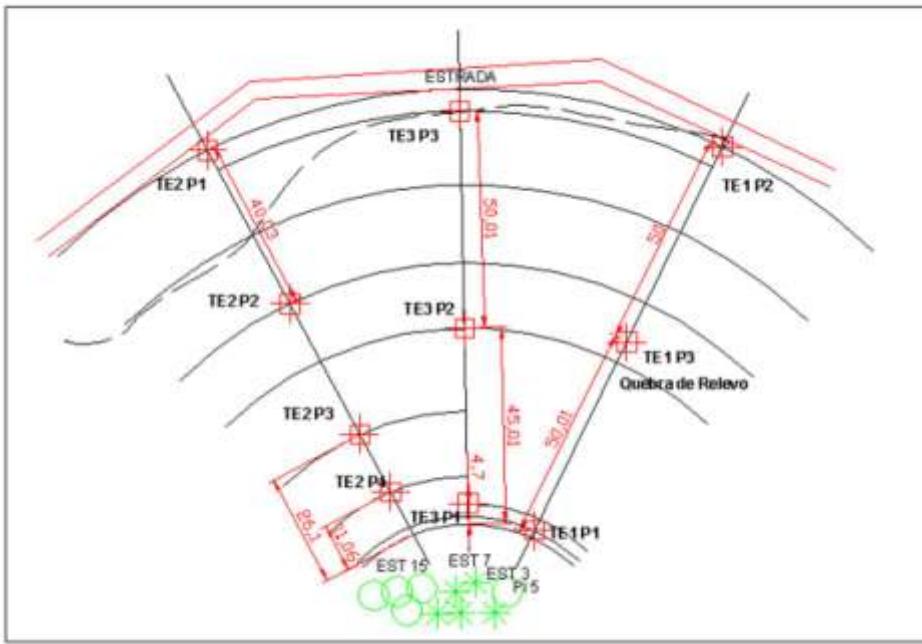


Figura 32 - Layout esquemático das tradagens nos transectos à montante da zona ripária (TE1, TE2 e TE3)

2.2.2.2 Granulometria

O comportamento físico-hídrico do solo é influenciado pela distribuição granulométrica de partículas, sendo que da combinação, quantidade, arranjo e diâmetro destas frações confere características peculiares a cada porção do solo.

As amostras deformadas coletadas em trincheiras e nas tradagens foram secas em estufas a 105°C por 24 horas, depois moídas em moinho mecânico e peneiradas em malha de 2mm. Uma vez homogeneizadas, as amostras foram dispersas em solução à base de NaOH e Hexametafosfato de Sódio, seguindo a metodologia proposta por Camargo et al. (1986). Para simular as condições de dispersão pela água da chuva e transporte de sedimentos no campo pela enxurrada, estas mesmas amostras também foram dispersas em água.

A determinação das frações silte e argila foi realizada através do método do densímetro adaptado por Camargo et al. (1986), no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, onde 50g de material de cada amostra foram agitadas mecanicamente durante 16 horas, depois transferidas para provetas de $1.10^{-3}m^3$ e este volume foi completado com água. Após agitação manual por 40s procederam-se

às leituras com o hidrômetro ou densímetro (Soiltest, Inc.), após 40s do início da decantação e depois de 2h, a primeira leitura informa sobre quantidade de silte e argila e a segunda sobre os teores de argila.

A fração areia, tanto nas amostras dispersadas com NaOH, como nas amostras dispersadas em água, foi separada com peneira 0,053 mm, lavada e seca em estufa por 48 horas. Após a secagem as areias foram separadas em 10 frações utilizando-se peneiras de latão U.S. STANDARD SIEVE SERIES de números 18, 20, 40, 60, 80, 100, 140, 200, 400 mesh.

A análise estatística da distribuição granulométrica das areias, usando os parâmetros de Folk e Ward (1957) foi utilizada na investigação da uniformidade do material de origem dos solos (JONG VAN LIER; VIDAL-TORRADO, 1992). Para a análise estatística da granulometria de um sedimento, construiu-se uma curva de distribuição cumulativa percentual de classes por tamanho (na escala em ϕ), obtendo-se os parâmetros estatísticos de Folk e Ward, que caracterizam a curva quanto à sua tendência central (média gráfica), grau de dispersão (desvio-padrão, σ_1), grau de assimetria e grau de agudez dos picos (curtose). Essa quantificação das características da curva de distribuição granulométrica possibilita estabelecer comparações precisas entre sedimentos e/ou camadas de solos, permitindo inferir a natureza de microambientes de deposição e possíveis descontinuidades litológicas. As análises estatísticas referentes à distribuição granulométrica da fração areia foram realizadas utilizando o programa ANASED 5OJ.

2.2.2.2.3 Química

A análise química foi realizada no Laboratório de Química do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP (LSO/ESALQ/USP). Tais análises foram realizadas seguindo a metodologia proposta pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) (RAIJ, et al. 2001) e avaliaram os teores de P, K, Ca, Mg, Al, matéria orgânica e valores de pH nas três trincheiras locadas em diferentes posições do relevo (dentro da zona ripária, na borda da mata ciliar e na área cultivada).

2.2.2.2.3.1 Determinação do pH em CaCl₂

A determinação do pH foi realizada a partir da medida da atividade dos íons de hidrogênio (H^+) com eletrodo de vidro e referência, na suspensão de terra em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹.

A solução de cloreto de cálcio foi preparada dissolvendo 1,47 g de CaCl₂.2H₂O em água destilada ou deionizada, diluindo em 1000 mL em balão volumétrico e agitando. O pH da solução deve ser ajustado entre 5,0 e 6,5 usando quando necessário Ca(OH)₂ a 0,1% ou HCl 0,1 mol L⁻¹.

O procedimento analítico consiste em transferir 10 cm³ de terra para um frasco de plástico, adicionar 25 mL da solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ e agitar a suspensão por 5 minutos. Após o repouso de 30 minutos foi realizada a leitura.

2.2.2.2.3.2 Determinação do pH em água e em KCl

Para a determinação de pH em água e KCl 1N, foram substituídas as soluções usadas, seguindo o mesmo procedimento descrito para o pH em CaCl₂.

2.2.2.2.3.3 Determinação da Acidez Potencial

Após a leitura do pH em CaCl₂, foi adicionado 5 mL da solução tampão SMP. A suspensão foi agitada por 15 minutos e em seguida colocada em repouso por 1 hora. A seguir foi feita a leitura. Esse método coloca a acidez da amostra em contato com a solução tampão SMP, provocando um decréscimo do valor original do pH da solução.

Cálculo: 23504 x Exp (-1,0537 x Leitura)

2.2.2.2.3.4 Determinação do alumínio trocável

Para determinar alumínio trocável foi adicionado 5 cm³ de terra a 50 mL de KCl 1 mol L⁻¹ e agitou-se por 10 minutos. Em seguida a solução foi filtrada e deixada para secar durante a noite. Após a secagem retirou-se uma alíquota de 25 mL do filtrado transferindo-a para um

erlenmeyer para titulação com solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹ adicionando 3 gotas de fenoftaleína. Foi observado o ponto de viragem (cor rosa).

Cálculo: Leitura x 10.

2.2.2.2.3.5 Determinação da Matéria Orgânica

A matéria orgânica foi determinada adicionando 1 cm³ de terra a 10 mL de solução de Na₂Cr₂O₇ 4 N em H₂SO₄ 10 N. Essa mistura foi agitada por 15 minutos e em seguida colocada em repouso por 1 hora. Foi adicionado 50 mL de água deionizada e agitado novamente com um bastonete de vidro ficando em repouso por mais 12 horas. Em seguida o líquido sobrenadante foi transferido para o tubo de colorímetro com filtro de transmissão máxima de 650 nm e realizada a leitura.

Cálculo: Leitura x 0,093 x 10.

2.2.2.2.3.6 Determinação do Potássio – Mehlich 1

Para determinação do potássio foi adicionado a um frasco de plástico 2,5 cm³ de terra e 25 mL de solução Mehlich 1. Agitou-se por 5 minutos e foi retirada uma alíquota de 10 mL para leitura no fotômetro de chama.

Cálculo: ((0,1996 x Leitura + 0,0274) x 10)/39,1.

2.2.2.2.3.7 Extração de Cálcio, Magnésio e Fósforo

Foi usado o método de extração por resina, proposto por Raij et al., (1987). A mistura de resina catiônica com a resina aniônica favorece a extração do fósforo e permite também, a extração dos elementos catiônicos absorvidos em concentrações maiores pelas plantas (Ca²⁺, Mg²⁺), adsorvidos à fração coloidal do solo.

Foi colocado 2,5 cm³ de terra, 25 mL de água deionizada e uma bolinha de vidro em um frasco plástico. Agitou-se por 15 minutos e em seguida a bolinha foi retirada. Foi acrescentado 2,5 cm³ de resina e agitou-se a solução por mais 16 horas.

2.2.2.2.3.8 Determinação de Cálcio e Magnésio

O cálcio e magnésio são determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Para a calibração das leituras do aparelho foram feitas leituras das soluções padronizadas para a construção da reta de absorbância em função da concentração dos elementos. Com isso foi determinado o fator de conversão entre a leitura dada pelo aparelho de absorção atômica e a concentração do elemento no solo.

Para o cálcio e magnésio, foi transferida uma alíquota de 1 mL do extrato da resina para um tubo de ensaio, acrescentando 10 mL da solução de óxido de lantânio a 0,1% e agitado.

Cálculo: Leitura x 10.

2.2.2.2.3.9 Determinação do Fósforo

A determinação do fósforo foi feita através da colorimetria. A solução ácida de molibdato contém íons ortofosfatos formando complexo fosfomolibdico, que pode ser reduzido por ácido ascórbico a um composto azul. Quanto maior a concentração de fósforo na solução, maior a intensidade da coloração azul. Obtendo-se a reta através da leitura das soluções padrão, o fator de conversão das leituras nos extratos foi determinado.

Para o procedimento analítico foi diluído 4 mL do extrato de resina em 16 mL da solução diluída de molibdato de amônio. A solução foi agitada e colocada em repouso por 30 minutos. Em seguida a leitura foi realizada em colorímetro a 660 nm.

Cálculo: Leitura x 0,35.

2.2.2.2.4 Micromorfologia

As amostras indeformadas e orientadas, coletadas na forma de blocos com dimensões de 5 x 7 x 3 cm, foram utilizadas para estudos micromorfológicos e de análise de imagens. Estas amostras foram impregnadas com resina poliéster não saturada, diluída com monômero de estireno após a troca da água da amostra pela acetona (MURPHY, 1986). Um pigmento fluorescente foi adicionado a esta mistura para distinguir os poros quando

iluminados com luz ultravioleta. Lâminas delgadas foram preparadas a partir das amostras impregnadas e foram descritas seguindo a metodologia descrita por Bullock et al. (1985). Imagens digitais foram adquiridas das lâminas delgadas e dos blocos de solo impregnados com uma câmera digital colorida CCD com uma resolução de 1024 x 768 pixels (área de 156mm² pixel-1). As imagens foram processadas utilizando o programa de análise de imagens Noesis Visilog®. A porosidade total foi calculada como a soma das áreas dos poros dividida pela área total da amostra em porcentagem. Os poros foram subdivididos em três grupos (Tabela 1) em função da sua forma (arredondados, alongados e irregulares) utilizando dois índices: I_1 e I_2 .

O índice (I_1) (Eq.1) separa poros arredondados de alongados (HALLAIRE; CONTEIPAS, 1993): (1)

$$I_1 = \frac{P^2}{4\pi A}$$

P = perímetro do poróide

A = área ocupada pelo poróide

A equação (Eq.2) para o cálculo do índice de forma (I_2), que resulta numa classificação adequada entre poróides alongados e complexos, é expressa por:

(2)

$$I_2 = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (N_i)i}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (D_F)_j}$$

m = número de direções i nas quais é calculado o número de interceptos N_i , ($i = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ e 135°)

n = número de direções j nas quais são calculados os diâmetros de Féret D_F , ($j = 0^\circ$ e 90°).

Tabela 1 - Definição das classes de forma dos poróides

Forma de Poros	Índices de forma	
	I_1	I_2
Arredondados	$I_1 \leq 5$	
Alongados	$5 < I_1 \leq 25$	$\leq 2,2$
Complexos	$I_1 > 5$	$> 2,2$

As classes de diâmetro foram definidas a partir do diâmetro equivalente (Deq), segundo Pagliai; La Marca e Lucamante (1983) para os poróides arredondados e complexos (Eq. 3). Para os poróides alongados foi definida a largura (L) (Eq. 4) de acordo com Pagliai et al. (1984).

$$Deq = 2 \cdot \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (3)$$

Em que Deq = diâmetro equivalente do poróide (μm) e A = área do poróide (μm^2).

$$L = \frac{1}{4} \cdot P \pm \sqrt{P^2 - 16 \cdot A} \quad (4)$$

Em que L = largura (μm), P = perímetro (μm) e A = área do poróide (μm^2).

2.2.2.2.5 Deposição de sedimentos

Para a observação da variação espacial e temporal da deposição de sedimentos em diferentes pontos da mata ciliar foram instalados pinos de ferro galvanizado (SCHULLER et al., 2006; ZAIMES et al., 2004). Os pinos funcionaram como estacas para o monitoramento do nível do solo e captam tanto a deposição do material transportado de montante quanto à erosão ocorrente no local. As estacas foram georreferenciadas e possuíam 0,7 m de comprimento total onde 0,3 m ficaram enterrados e 0,4 m ficaram expostos acima do solo e foram subdivididas a cada 10 cm para facilitar a comparação visual (Figura 33).



Figura 33 - Estacas de monitoramento do nível do solo

Os pinos de monitoramento de erosão/deposição de solo, doravante chamados de estacas foram instalados na borda e no interior da zona ripária com o objetivo de mapear o

transporte de sedimentos erodidos da área cultivada. O monitoramento da dinâmica de deposição de sedimentos permite avaliar a eficiência da mata ciliar na função de filtro natural contra o aporte de contaminantes (solo e compostos químicos) para os cursos d'água.

As estacas foram dispostas de duas formas na área de estudo: i) ao longo da borda da zona ripária na forma de três arcos concêntricos em direção ao centro da zona ripária, com espaçamento de 10m entre arcos e entre pinos; ii) em agrupamentos no interior da zona ripária com espaçamentos variados de forma a representar os níveis de solo inclusive as voçorocas efêmeras dentro da mata (Figura 34).

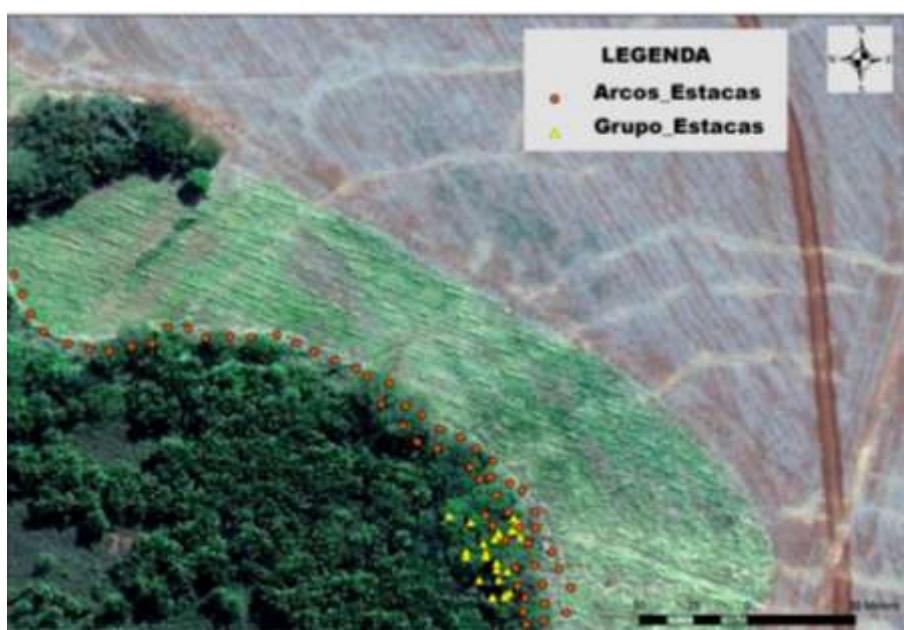


Figura 34 - Layout da instalação das estacas de monitoramento do nível do solo na mata ciliar

Foram realizadas medições sistemáticas mensais a fim de mensurar a espessura e a taxa de erosão/deposição de sedimentos a partir de Outubro de 2008 até Abril de 2010, período que permitiu o acompanhamento do transporte de sedimentos em duas estações chuvosas completas. Os sedimentos acumulados na zona ripária (borda e interior) foram analisados quanto à sua distribuição espacial, considerando as estacas graduadas com distâncias conhecidas. As medições mensais permitiram traçar a evolução do microrrelevo e sua dinâmica relacionada às estações climáticas e também em relação a feições específicas. Feições estas, como a ocorrência de voçorocas efêmeras que são canais de condução preferencial do fluxo hídrico e sedimentos durante a enxurrada (Figura 35).



Figura 35 - Voçorocas efêmeras na área de cultivo de soja sob sistema de plantio direto

As voçorocas efêmeras foram georreferenciadas para permitir o posterior cruzamento dos dados quantitativos de espessura dos depósitos de sedimentos e avaliar a contribuição destas voçorocas no aporte de sedimentos nas áreas a jusante. A figura abaixo exemplifica a posição das voçorocas efêmeras em relação às estacas da borda da zona ripária (Figura 36).

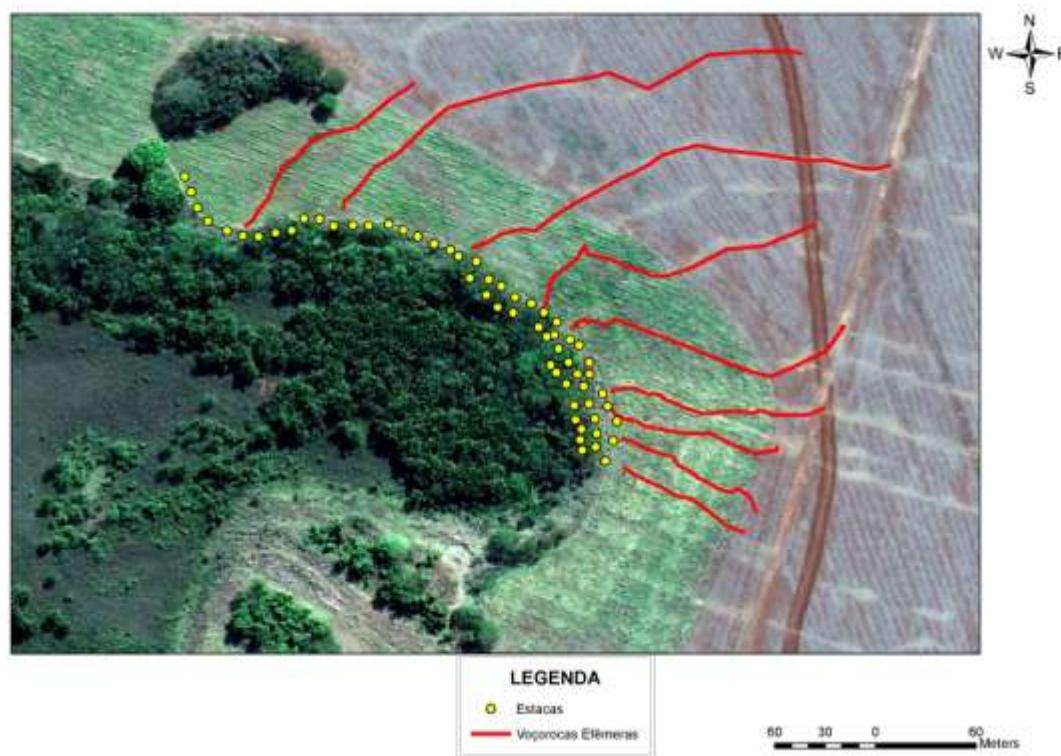


Figura 36 - Posição das voçorocas efêmeras na área de cultivo à montante da zona ripária

2.2.2.2.6 Caracterização da Mata Ciliar

Na zona ripária estudada a mata ciliar apresenta-se bastante descaracterizada e degradada. Condição essa confirmada pela ocorrência de clareiras, lianas e sub-bosque composto basicamente de arbustos e gramíneas (Figura 37).



Figura 37 - Aspectos da vegetação degradada: sub-bosque arbustivo e presença de lianas

O levantamento das espécies arbóreas existentes na mata ciliar é imprescindível para se proceder à análise dendrocronológica, pois é necessário conhecer previamente a composição florística da área em questão com o intuito de verificar a ocorrência de árvores com anéis de crescimento evidentes e a distribuição espacial dos indivíduos selecionados que possuam potencial para este tipo de estudo. No período de Agosto a Dezembro de 2009 foi realizado um estudo para avaliação da composição florística e estrutura fitossociológica da mata ciliar da Fazenda Ponte Nova, em Goiatuba.

2.2.2.2.6.1 Levantamento Fitossociológico

Para a amostragem da vegetação foi utilizada a metodologia de Quadrante de Ponto Central. Essa metodologia consiste no estabelecimento de quadrantes de 10m X 10m com um ponto central a partir do qual é estimada/medida a distância de todos os indivíduos em relação ao ponto central. Esse tipo de metodologia é interessante, pois fornece um grande número de informações em cada ponto amostrado e é rápido para realizar em campo. Além disso, o método possibilita conhecer a distribuição e localização espacial dos indivíduos na área estudada (GARCIA; LOBO-FARIA, 2007).

Ao todo, foram marcados 10 quadrantes na área e em cada um deles foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com Circunferência a Altura do Peito (CAP) ≥ 15 cm. Cada um dos indivíduos foi marcado com placa metálica com o respectivo número de identificação e estimado a sua altura. Além disso, foi feito o registro fotográfico das plantas e coletados ramos vegetais para identificação das espécies vegetais.

O material botânico coletado foi herborizado e depositado no Instituto de Pesquisas Ambientais e Ações Conservacionistas (IPAAC) e identificado a partir de comparação com material contido nas coleções do herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG), literatura especializada, bem como, consulta a especialistas. Utilizou-se o Sistema de Classificação APG II.

Os parâmetros fitossociológicos estimados foram riqueza florística, diversidade, densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), freqüência absoluta (FA), freqüência relativa (FR), índice do valor de importância (VI) e de cobertura (VC). Além disso, foram verificados os índices de diversidade de Shannon (H') e de eqüabilidade de Pielou (J') em base logarítmica neperiana (FELFILI; VENTUROLI, 2000; VAN DEN BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000).

2.2.2.2.6.2 Seleção de indivíduos para Dendrocronologia

A partir do cruzamento das informações sobre as espécies que possuíam potencial para estudos dendrocronológicos obtidas na literatura de referência (BOTOSSO, 2000; URQUIZA, 2008) e das espécies presentes na zona ripária em questão, conforme levantamento fitossociológico realizado no local foram selecionadas aquelas que se prestariam aos estudos dendrocronológicos e que pudessem fornecer dados sobre os processos de sedimentação na área de estudo. Esta seleção baseou-se em alguns critérios tais como: i) presença de anéis de crescimento evidentes, ii) presença de indivíduos em diferentes posições da vertente ripária (topo, meia encosta e sopé), iii) facilidade de acesso aos indivíduos arbóreos e concentração de indivíduos próximos às estacas de sedimentação monitoradas.

Foram selecionadas então duas espécies: *Cariniana estrellensis* (Jequitibá) e *Guarea guidonea* (Marinheiro) por possuírem maior número de indivíduos na área, propiciando uma

melhor qualidade de amostragem. Os indivíduos foram escolhidos de tal forma que se distribuíssem ao longo de um transecto no sentido montante-jusante na vertente ripária, como mostra a Figura 38. Tal configuração foi uma tentativa de captar o gradiente de sedimentação relacionado com o gradiente de declividade.



Figura 38 - Distribuição dos indivíduos escolhidos M = Marinheiro e J = Jequitibá

2.2.2.2.6.3 Análises Dendrocronológica e Dendrogeomorfológica

Para a realização das análises dendrocronológica e dendrogeomorfológica foi inicialmente realizado um mapeamento fitossociológico e o georreferenciamento das espécies vegetais mais adequadas a este tipo de análise. Posteriormente foram selecionadas espécies arbóreas que possuíam indivíduos em diferentes posições topográficas para melhor captar as alterações no transporte de sedimentos na vertente ripária. A escavação do solo foi feita para a localização do cólo da planta (nível do solo no tempo T_0) e medição da espessura do depósito de sedimentos (HUPP, BAZEMORE, 1993). Para o cálculo da idade da árvore e investigação de possíveis alterações nos padrões de crescimento foram coletadas amostras dos anéis de crescimento.

As amostras de caule foram coletadas através de uma técnica não destrutiva, com o auxílio de um trado de aço (Sonda de Pressler) (BOTOSSO et al., 2000) que retira um cilindro (bagueta) de madeira de 5 ou 10 mm de diâmetro e até 40 cm de comprimento através de uma incisão no tronco (Figura 39).



Figura 39 - Etapas da amostragem dos anéis de crescimento (coleta e preparação)

Com o intuito de captar as possíveis alterações anatômicas produzidas pela sedimentação e refletidas no lenho das árvores selecionadas, optou-se por coletar amostras de caule em cinco diferentes níveis: 1) 100 cm, 2) 50 cm, 3) 0 cm, 4) nível mediano soterrado e 5) nível máximo soterrado (Figura 40). Para isto a superfície do solo foi escavada até uma profundidade de 30 cm abaixo do colo soterrado da árvore



Figura 40 - Detalhamento da amostragem do lenho em diferentes alturas

O preparo das amostras coletadas na zona ripária estudada foi conduzido no Laboratório de Anatomia, Identificação e Densitometria de Raios X em Madeira (LAIM) da ESALQ/USP em Piracicaba-SP. As baguetas foram secas em temperatura ambiente, fixadas em suportes de madeira com cola para madeira e polidas com papel microabrasivo (granulometrias de 180 a 600) para a observação em microscópio estereoscópico SV6 – Carl Zeiss.

A contagem do número de anéis foi feita automaticamente através de uma mesa medidora (Velmex) acoplada a um microcomputador que registrou a largura e o número de anéis de crescimento. Foi também usado o software Image Pró Plus, que realiza análise a partir de imagens scaneadas para confirmar a medição e contagem dos anéis de crescimento. Os resultados obtidos foram processados através de programas computacionais especialmente desenvolvidos para este tipo de análise: FMT e COFECHA.

O colo da planta após ter sua profundidade demarcada serviu como ponto de partida para a estimativa do nível de base da superfície no momento da germinação da planta em questão.

2.2.2.3 Análise Estatística dos Dados

2.2.2.3.1 Análise da Distribuição Granulométrica da Fração Areia

A análise estatística da distribuição granulométrica das areias foi conduzida usando os parâmetros de Folk e Ward (1957) que permitem a investigação da uniformidade do material de origem dos solos (JONG VAN LIER; VIDAL-TORRADO, 1992). Para a análise estatística da granulometria dos sedimentos, construiu-se uma curva de distribuição cumulativa percentual de classes por tamanho, obtendo-se os parâmetros estatísticos de Folk e Ward, que caracterizam a curva quanto à sua tendência central (média gráfica), grau de dispersão (desvio-padrão, σ_1), grau de assimetria e grau de agudeza dos picos (curtose). Essa quantificação das características da curva de distribuição granulométrica possibilita estabelecer comparações precisas entre sedimentos e/ou camadas de solos, permitindo inferir a natureza de microambientes de deposição e possíveis descontinuidades litológicas.

As análises estatísticas referentes à distribuição granulométrica da fração areia foram realizadas utilizando o programa computacional ANASED 5OJ.

Segundo Inman (1949) valores de curtose muito altos ou muito baixos podem sugerir que um tipo de material foi selecionado em uma região de alta energia e então transportado sem mudanças de características para um outro ambiente, onde ele se misturou com outro sedimento, em equilíbrio com as diferentes condições, possivelmente de baixa energia. A assimetria e a curtose são os melhores parâmetros para diferenciação dos ambientes de deposição, estes parâmetros sugerem que existe um processo agindo no sentido de alterar as caudas das distribuições (JONG VAN LIER; VIDAL-TORRADO, 1992).

2.2.2.3.2 Análise da Distribuição de Sedimentos

A comparação do nível do solo ao longo do tempo foi realizada através de medições sistemáticas nas estacas (ou pinos de erosão) dispostas em arcos concêntricos na borda da mata e em grupos no interior da mata. Para a compreensão e verificação do processo natural de deposição foi escolhido o Delineamento Inteiramente Aleatorizado (DIA) no esquema fatorial. Como este estudo analisa processos que ocorrem em campo onde o controle das variáveis é restrito, a variável precipitação por exemplo foi discriminada como co-variável, pois representa uma importante fonte de variação entre as estacas quando associada à condições locais de relevo e cobertura do solo.

Inicialmente foi realizado o teste de normalidadade de SHAPIRO-WILK (1965) para verificar a distribuição dos dados. Em seguida foi realizado o Procedimento de Potência Ótima de Box-Cox com o objetivo de normalizar os dados e homogeneizar as variâncias. Para a obtenção da análise da variância (ANOVA) no Delineamento Inteiramente Aleatorizado (DIA) foi realizado o Teste F para comparar as estimativas das variâncias e, realizado também a obtenção do coeficiente de variação (C.V.) (WARRICK; NIELSEN, 1980) que representa a medida da variabilidade e mede percentualmente a relação entre o desvio-padrão residual e a média aritmética (μ).

Após estes testes foi realizado o Teste de Tukey, escolhido por ser mais exigente na comparação de todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos (no caso, as estacas, os meses de observações e as posições: arcos e grupos).

Para avaliar a influência da precipitação no nível do solo, optou-se pela análise de co-variância para combinar conceitos da análise de variância e da regressão conjunta com objetivo de fornecer uma análise mais discriminatória do que a avaliação de qualquer um destes métodos separadamente, pois as duas variáveis são correlacionadas e concorrentes.

2.2.2.3.3 Análise Estatística da Inter-correlação dos Anéis de Crescimento

Para a aferição da contagem e medição da largura dos anéis, após o uso de programas computacionais de análise de imagens foi realizado o controle de qualidade da largura dos anéis de crescimento. Tal procedimento pode ser conduzido utilizando-se o programa computacional COFECHA que permitiu a sincronização das séries de anéis de crescimento e a obtenção da série master (série média de todas as amostras).

As cronologias foram então construídas a partir das séries de medidas de largura dos anéis de crescimento das árvores de *Guarea guidonia* (Marinheiro) presentes na zona ripária.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Águas pluviais, subterrâneas e nascentes

2.3.1.1 Monitoramento da precipitação

As medições da precipitação evidenciam uma tendência geral onde as máximas ocorreram nos meses de verão para os dois anos avaliados, porém a magnitude das chuvas foi maior no ano de 2008. Foi observado, entretanto que o ano de 2009 apresentou-se atípico no que se refere aos altos valores de precipitação nos meses de inverno. Este ano confirmou-se como atípico pela constatação de valores de pluviosidade acima de 150 mm no mês de Setembro como mostra a Figura 41.

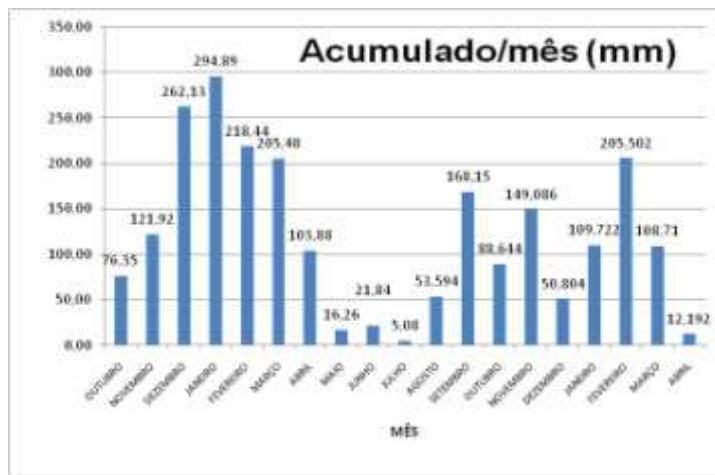


Figura 41 - Totais mensais de chuvas entre Outubro de 2008 e Abril de 2010

Com base nos dados obtidos pelo datalogger foi possível agrupar os eventos chuvosos de acordo com sua magnitude, intensidade e frequência. Com o intuito de identificar eventos chuvosos de alta intensidade procedeu-se à determinação da ocorrência de chuvas diárias acima de 25 mm.h^{-1} , consideradas desencadeadoras do processo erosivo em regiões tropicais de acordo com os estudos de HUDSON (1977). Durante o período avaliado, de Outubro de 2008 a Abril de 2010, que compreende duas estações chuvosas foram detectados 23 eventos com chuvas contínuas acima de 25 mm num intervalo de 1 hora (Figura 42).

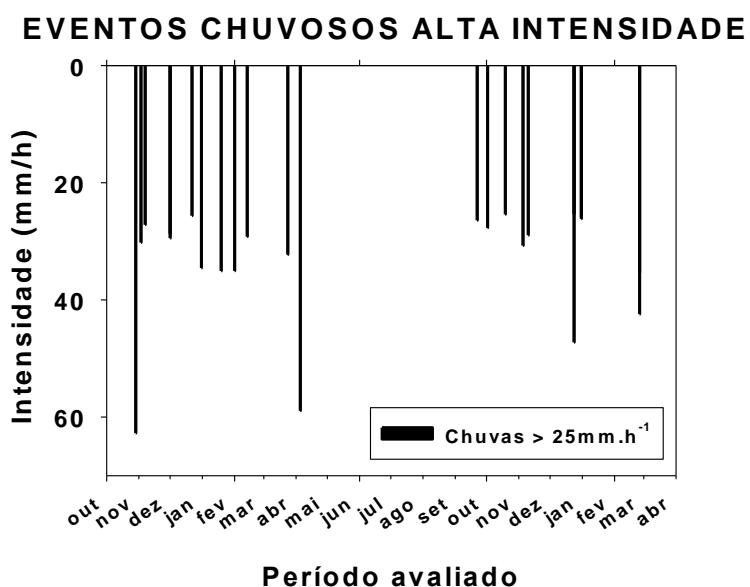


Figura 42 - Eventos de chuvas potencialmente erosivas com intensidade maior que 25 mm.h^{-1} , no período de Outubro de 2008 a Abril de 2010

Nota-se que existe homogeneidade no número de eventos chuvosos de alta intensidade e extremos entre os dois períodos chuvosos analisados, porém no primeiro período, observa-se a ocorrência de dois eventos muito acima da média dos eventos chuvosos de alta intensidade, um em 29 de Outubro de 2008 com precipitação de $62,74 \text{ mm.h}^{-1}$ e outro no dia 5 de Abril de 2009 com $58,92 \text{ mm.h}^{-1}$.

Estes eventos chuvosos de alta intensidade de grandes proporções e alta freqüência correspondem às chuvas de alta erosividade identificadas no cerrado goiano por Silva (2004) e que acarretam 80% das perdas de solo contabilizadas por este autor.

2.3.1.2 Monitoramento do lençol freático

O acompanhamento da flutuação do lençol freático revelou que o nível do lençol freático aumenta durante os meses da estação chuvosa em todos os pontos monitorados (Figura 43).

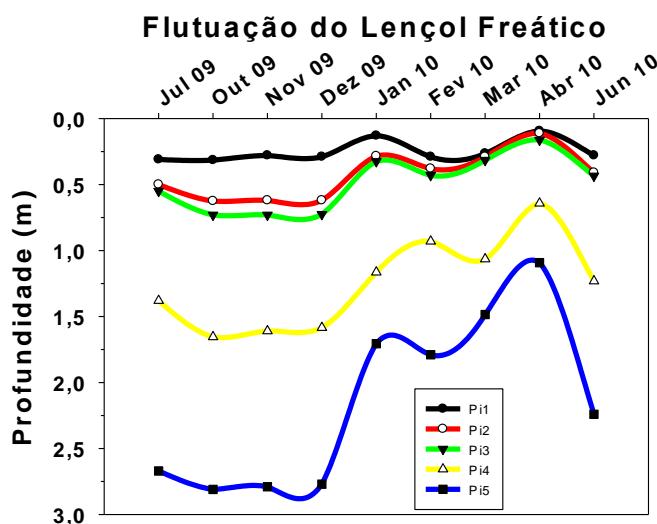


Figura 43 - Nível do lençol freático dentro da mata ciliar colocar unidade no grafico

A porção mais interna da mata ciliar (onde se localiza o piezômetro Pi1) apresenta baixa variação durante os meses observados porque se situa numa região onde o solo é saturado o ano todo devido à presença de nascentes. Os piezômetros Pi2 e Pi3 apresentam comportamento hídrico bastante semelhante que o Pi1, porém com um rebaixamento do

lençol mais acentuado entre os meses de Julho a Outubro. Isto se deve a um pequeno aumento na declividade do terreno, em torno de 5%.

Os piezômetros Pi4 e Pi5 revelaram que as maiores variações do nível do lençol freático ocorrem na borda da mata. Isto pode decorrer da interação de fatores como: aumento considerável na declividade desde o interior da mata até a sua borda (12%), bem como do efeito da falta de cobertura vegetal arbórea (efeito de borda), o que reflete numa menor capacidade de armazenamento de água que o solo destas regiões possui. A borda da mata torna-se assim, mais sensível que o interior da mata frente à contribuição da água da chuva que se infiltra nos meses chuvosos, sendo que durante os meses de seca o lençol freático rebaixa consideravelmente, numa amplitude da variação que supera 1,5m (Pi5).

Estas variações também podem indicar que o lençol freático se encontra confinado nesta porção do relevo, pois os piezômetros do interior da zona ripária registram que o lençol é bastante superficial chegando a aflorar.

Sendo a profundidade do lençol freático uma resposta ao aporte de água das chuvas, espera-se que à medida que o período chuvoso se consolida, o lençol freático torne-se cada vez mais superficial. O gráfico abaixo (Figura 44) confirma esta tendência que após o início das chuvas, o lençol freático responde ao aporte das chuvas elevando seu nível, pois as chuvas que se iniciam a partir do mês de Julho provocam um leve aumento no nível do lençol freático.

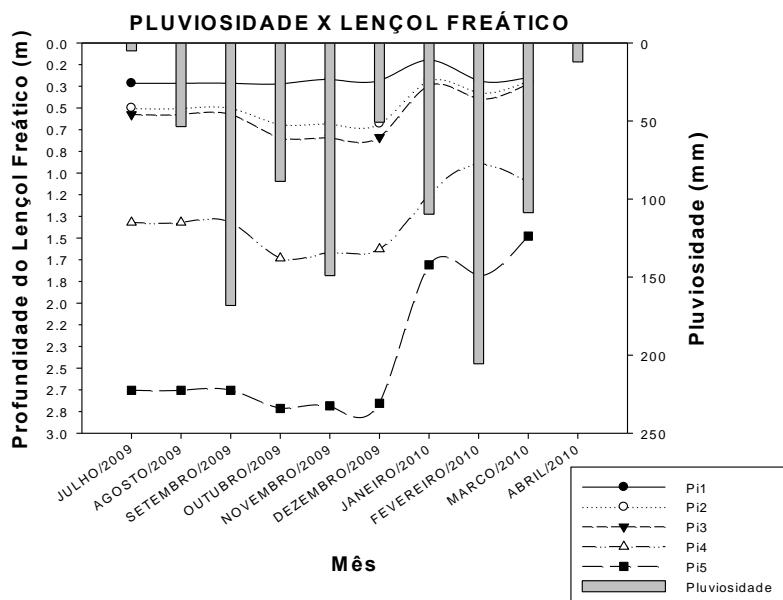


Figura 44 - Nível do lençol freático e total mensais de chuvas no período de Julho de 2009 a Abril de 2010

Porém nota-se que os picos de elevação do lençol freático num determinado mês, não correspondem aos meses com maiores volumes de chuva. Isto ocorre porque a resposta de elevação do nível freático não se dá assim que se iniciam as chuvas. Existe uma defasagem de tempo entre o início das chuvas e o início da resposta no nível freático. Esta defasagem é de aproximadamente três meses no local de estudo, dentro do período observado (Figura 45), pois quando observamos os meses de Setembro e Outubro de 2009 notamos que ainda se observa uma tendência de rebaixamento do nível do lençol decorrente dos meses de pouca precipitação (Maio, Junho, Julho) apesar das chuvas aumentarem significativamente a partir do mês de Agosto. Estudos sobre a resposta do lençol freático frente a eventos chuvosos registraram uma defasagem de tempo de 7 dias no Rio de Janeiro (ERLICH et al., 2010), porém tais encostas possuíam declividade bem mais acentuada e solos impermeáveis em comparação à zona ripária estudada aqui.

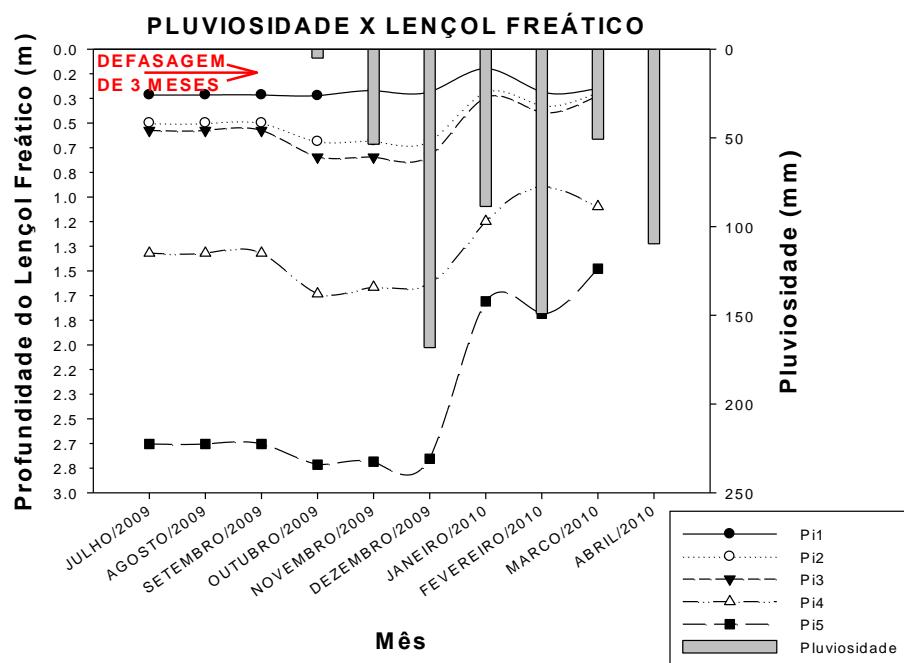


Figura 45 - Defasagem de tempo entre o início do período chuvoso e seu reflexo nos níveis do lençol freático nos piezômetros monitorados

Ao plotar as chuvas referentes ao início do período chuvoso, porém com um deslocamento de três meses avante se pode perceber com maior clareza que os picos de chuva coincidem com os picos de elevação do lençol freático.

Tal comportamento hidrológico já é esperado numa bacia hidrográfica porque a recarga do lençol não é imediata à incidência das chuvas. A parcela de chuva que se infiltra no solo à montante da área estudada demora até alcançar as partes mais baixas da encosta, processo este evidenciado pelos dados obtidos nos piezômetros locados na zona ripária e na borda da mata ciliar. À montante da zona ripária encontramos os Latossolos com altos teores de argila, que por sua baixa permeabilidade acarreta uma lenta resposta na recarga do lençol freático e consequentemente no seu nível piezométrico (TAYLOR; ALLEY, 2001).

Todos os piezômetros acusaram um forte aumento no nível do lençol freático a partir do mês de Dezembro, seguido de alguns ligeiros rebaixamentos que refletem aportes menores de chuva incidente. Isto porque após períodos secos o lençol freático responde rapidamente a qualquer aporte de chuva, mesmo os de menor volume (GRADELLA, 2008).

A intensidade da correlação entre as covariáveis profundidade do lençol freático e pluviosidade é evidenciada através do coeficiente de determinação R^2 . Este mede a porcentagem da explicação da variação da variável dependente pela variação das variáveis independentes. A Quadro 2 mostra que os valores de R^2 são muito baixos quando analisamos o efeito imediato da pluviosidade na profundidade do lençol freático.

R^2	Pi1	Pi2	Pi3	Pi4	Pi5
Pluviosidade (mm)	Influência imediata				
	0.23047	0.05384	0.03516	0.00910	0.02225
	Com defasagem de tempo ($\Delta t= 3$ meses)				
	0.60375	0.25240	0.21250	0.13496	0.17465

Quadro 2 – Coeficiente de determinação R^2 entre a profundidade do lençol freático considerando a influência imediata da pluviosidade e a defasagem de tempo da pluviosidade

O efeito positivo da defasagem de 3 meses evidenciado na Figura 45 é comprovado pelo aumento nos valores de R^2 calculados e obtidos através da correlação de Pearson conforme mostra o Quadro 2.

2.3.1.3 Ocorrência de Nascentes

A forma e o relevo da bacia hidrográfica condicionam a ressurgência das águas subterrâneas na zona ripária. Tais afloramentos do lençol freático são comumente chamados

de nascentes. A zona ripária estudada possui várias nascentes (Figura 46) devido aos aspectos morfológicos da microbacia na qual está inserida e também devido ao regime hidrológico local.



Figura 46 - Nascentes existentes na zona ripária estudada

Como observado anteriormente na Figura 41 os piezômetros localizados no interior da mata registraram valores entre 0,10 a 0,70m. Dessa forma o solo nesta região da encosta encontra-se permanentemente saturado ao longo do ano, fazendo com haja apenas o deslocamento horizontal das nascentes de acordo com a época do ano e intensidade das chuvas, conforme ilustrado no mapa a seguir (Figura 47).

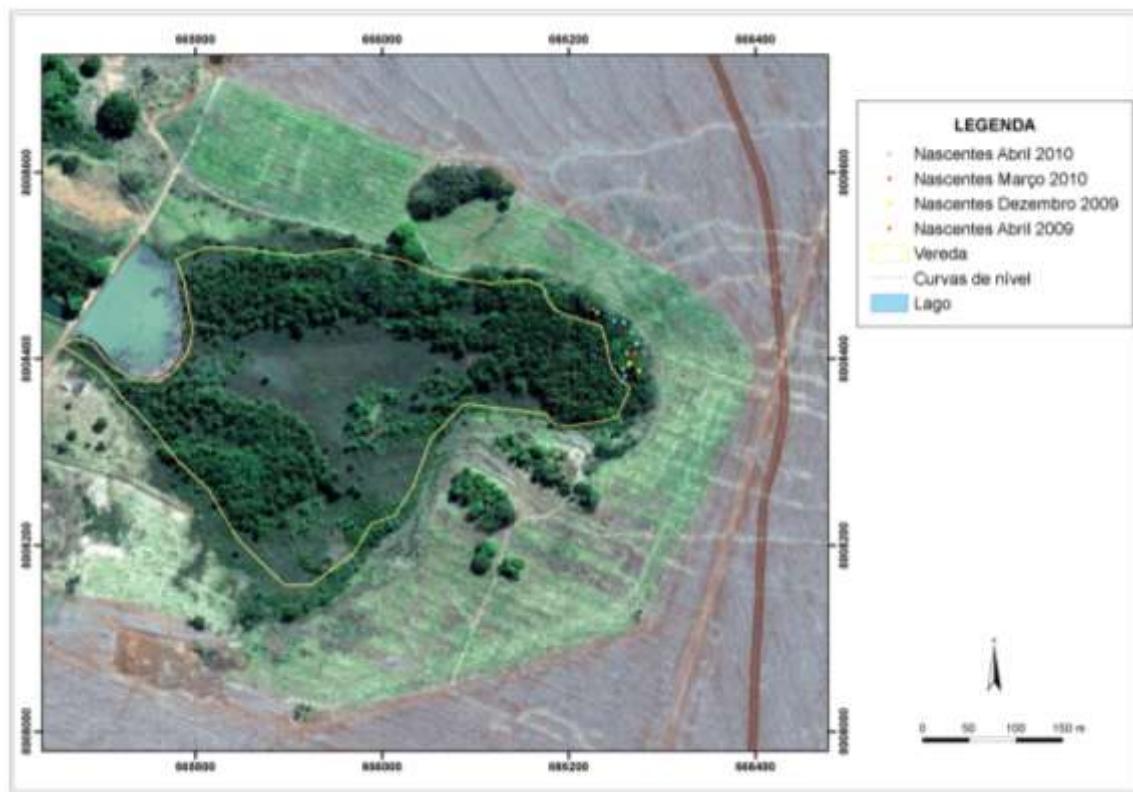


Figura 47 - Posição das nascentes ao longo do ano

A Figura 48 evidencia que a mata ciliar presente na zona ripária estudada não está em conformidade com a legislação preconizada no Código Florestal (1965) vigente. Muitas nascentes estão localizadas na borda da mata ciliar, quando a legislação exige que haja pelo menos 50m de vegetação arbórea nativa ao redor de cada uma das nascentes, para que possa ser efetivo o efeito de proteção. Nota-se que em alguns pontos há no máximo 5 m de distância entre a mata ciliar ao redor das nascentes e vegetação herbácea da borda da mata. Essa configuração expõe as nascentes ao efeito de borda da mata e favorece seu recuo para o interior da mata. Entretanto, devido ao processo de deposição de sedimentos e consequente soterramento das nascentes nesta região, a tendência é que haja o desaparecimento destes importantes afloramentos do lençol freático na zona ripária.

A figura abaixo (Figura 48) ilustra, através da projeção do buffer, como seria a largura ideal da mata ciliar, considerando o que preconiza o Código Florestal, quando se refere à largura da mata ciliar ao redor de nascentes, que deveria ser de 50 m.

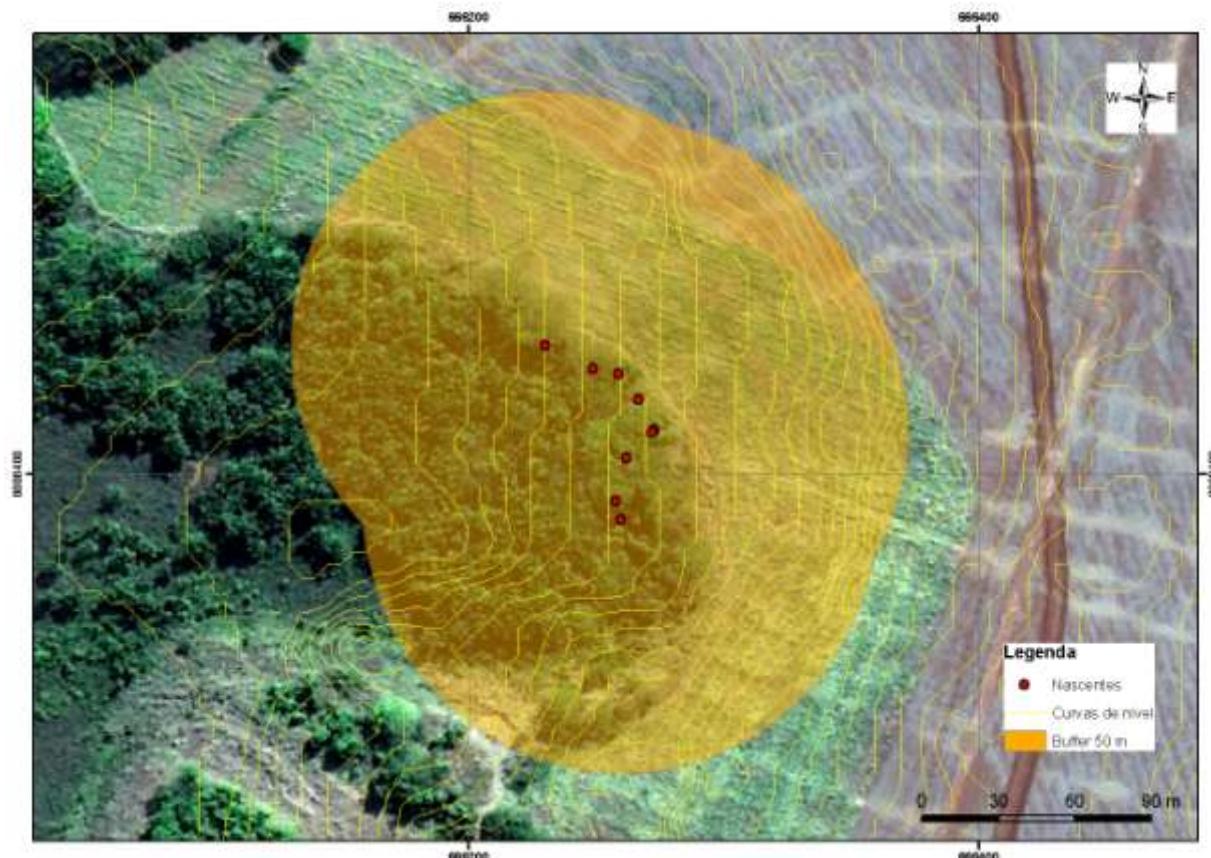


Figura 48 - Projeção da largura ideal da mata ciliar, considerando a posição das nascentes no seu nível máximo

Observa-se que grande parte da área que hoje encontra-se cultivada com braquiária, deveria estar recoberta por vegetação arbórea nativa, deixando esta área em desacordo com a legislação ambiental.

Aspectos do comportamento hidrológico de microbacias hidrográficas como quantidade, distribuição e intensidade das chuvas aliados aos atributos morfológicos da microbacia condicionam a qualidade do solo e da água. Principalmente porque a precipitação influencia o processo erosivo, contribuindo para o aporte de sedimentos e poluentes que podem impactar o solo e os corpos d'água.

Na área estudada, as águas das chuvas que incidem sobre o solo provocam a elevação do nível do lençol freático aproximadamente três meses após o início do período chuvoso. Entretanto, na zona ripária estudada o nível do lençol freático é bastante elevado durante o ano inteiro, sendo que no período de seca o lençol freático alcança a profundidade máxima de 0,70m, e nos meses chuvosos o lençol chega a apenas 0,10m de profundidade, nos locais onde foram instalados os piezômetros.

A supressão da vegetação arbórea nativa aliada ao forte gradiente de declividade no local favorece o rebaixamento do nível do lençol freático fora da mata ciliar e amplifica as diferenças entre as profundidades máximas e mínimas do lençol de acordo com a época do ano. As alterações na cobertura do solo podem estar refletindo no regime hídrico do solo reduzindo a capacidade de armazenamento de água e gerando um déficit hídrico mais pronunciado na estação seca.

O processo erosivo desencadeado pelo regime das chuvas e pelo uso e manejo do solo gera sedimentos que se depositam na zona ripária, onde se encontram as nascentes, como será mostrado a seguir na seção que versa sobre distribuição dos sedimentos. A deposição de sedimentos nesta área acarreta o soterramento das nascentes, podendo comprometer a recarga dos cursos hídricos à jusante da zona ripária.

2.3.2 Atributos e distribuição do solo e dos sedimentos

2.3.2.1 Análise Estrutural

As tradagens realizadas na encosta revelaram as semelhanças e diferenças entre os pontos amostrados considerando tanto os solos quanto os sedimentos (Figura 49).

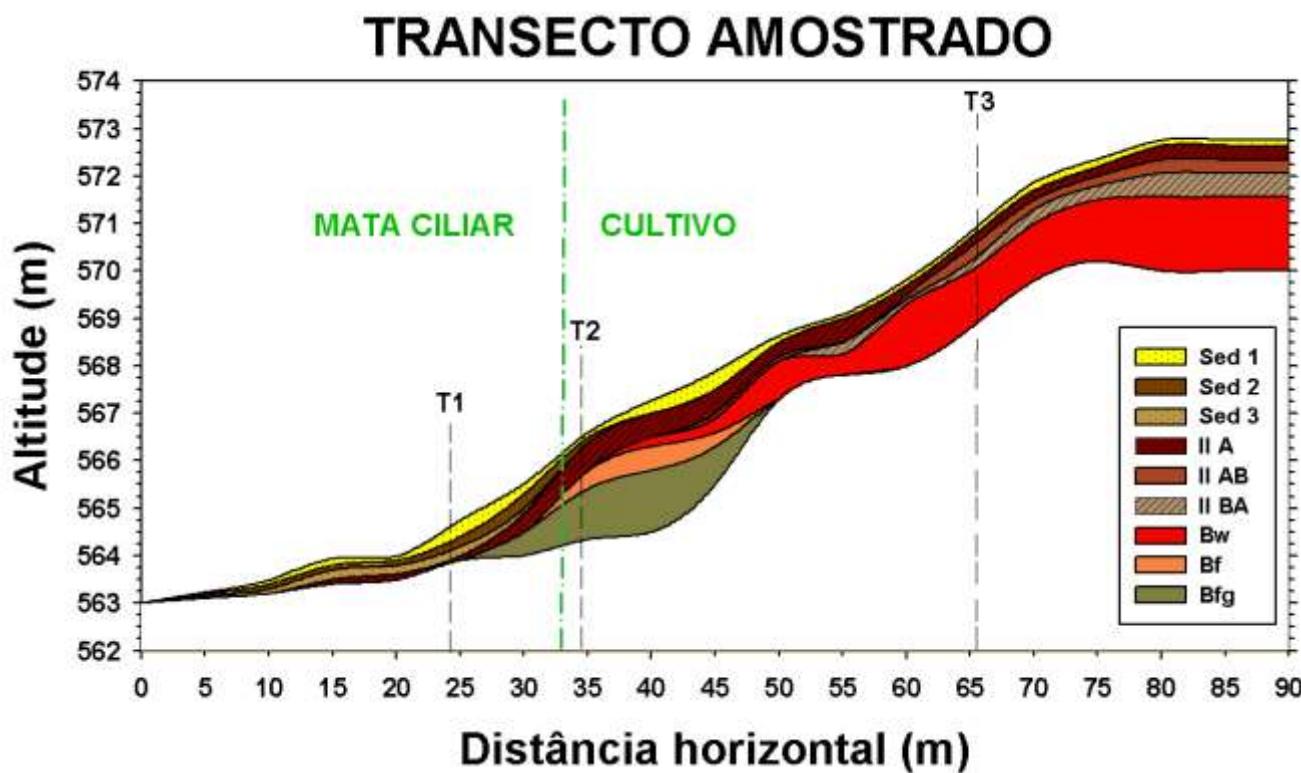


Figura 49 - Perfil de solos da encosta na área de estudo

Considerando a borda e o interior da zona ripária observou-se sobre o horizonte A, a deposição de uma camada de sedimentos de espessura variável (Figura 49). Isto evidencia a eficiência da floresta ripária na retenção de partículas de solo erodidas da área de plantio da soja e da braquiária. Diversos autores (AMPONTUAH et al., 2005; BAUDRY, 1997; BERTONI, 1990; CORRELL, 1997; IZIDORIO et al., 2005; KLAPPROTH; JOHNSON, 2000; LOWRANCE, 1985; MORGAN, 1997) têm comprovado esta eficiência e função de filtro, em diferentes ambientes e usos da terra. Em seus experimentos Cooper (1987) observou que em profundidade, houve um acúmulo de sedimentos de espessura variável entre 0,15 e 0,50 m no limite entre a área de cultivo e a floresta ripária. Os resultados deste autor corroboram os valores encontrados na área do presente estudo onde os sedimentos possuem espessuras variáveis entre 20 e 50 cm.

A descrição morfológica realizada nas três trincheiras estudadas (T1, T2 e T3) evidenciou a deposição de sedimentos em todos os pontos da encosta (ANEXO A). Entretanto tais depósitos apresentam espessuras variadas e camadas com diferenciações de características como cor, estrutura, grau e tamanho entre si (Figura 46). Em todos os

pontos analisados o solo possui textura argilosa, salvo exceções como o sedimento superficial da T2 e o horizonte A enterrado (IIA) da T3.

Na trincheira T1 foram observadas três diferentes camadas de sedimentos com alterações na cor, estrutura, grau e tamanho das partículas depositadas. Neste ponto observou-se uma camada superficial de cor muito escura (10 R 3/2) com grau fraco, estrutura granular a blocos subangulares pequenos, seguida de uma camada intermediária um pouco mais clara (10 R 3/4) e apenas blocos subangulares pequenos. Sob estes dois depósitos encontramos uma camada mais profunda de sedimentos com blocos angulares grandes e grau fraco tendendo a moderado.

Abaixo dessas camadas foram reconhecidos os horizontes A enterrado (IIA) e um horizonte glei (Bg). Sendo que as trincheiras foram abertas na estação seca (Julho) e ainda assim o lençol freático se encontrava bastante superficial, típico de zona ripária que abriga diversas nascentes (Figura 50). O solo encontrado na zona ripária, sob a mata ciliar degradada foi classificado como Gleissolo Melânico Tb Distrófico Típico.

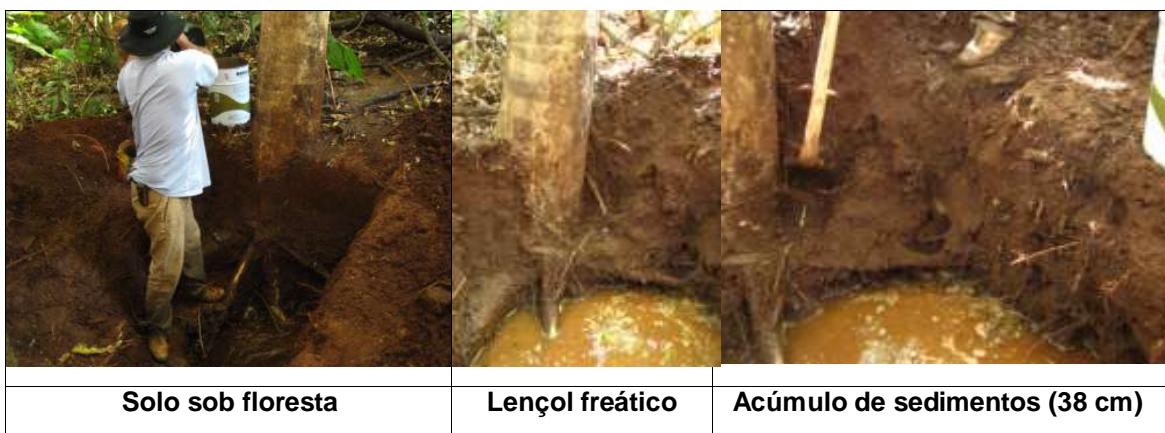


Figura 50 - Aspectos do solo na trincheira T1

Na T2 os sedimentos também se diferenciam do solo enterrado, porém aqui encontramos apenas duas camadas de sedimentos diferenciados entre si. Porém em alguns pontos pudemos observar até quatro camadas de sedimentos em 30 cm de deposições, como observado em uma das laterais da trincheira aberta (Figura 51). O horizonte IIA diferencia-se principalmente quanto à estrutura, passando de granular nos sedimentos a blocos subangulares. Este horizonte apresenta-se bastante adensado e com presença abundante de fragmentos de carvão. O horizonte B apresenta abundância de nódulos de ferro e cores mais acinzentadas característica de ambiente redutor. Tais características

associadas às análises químicas definem este solo como Plintossolo Pétrico Concrecionário éutrico.

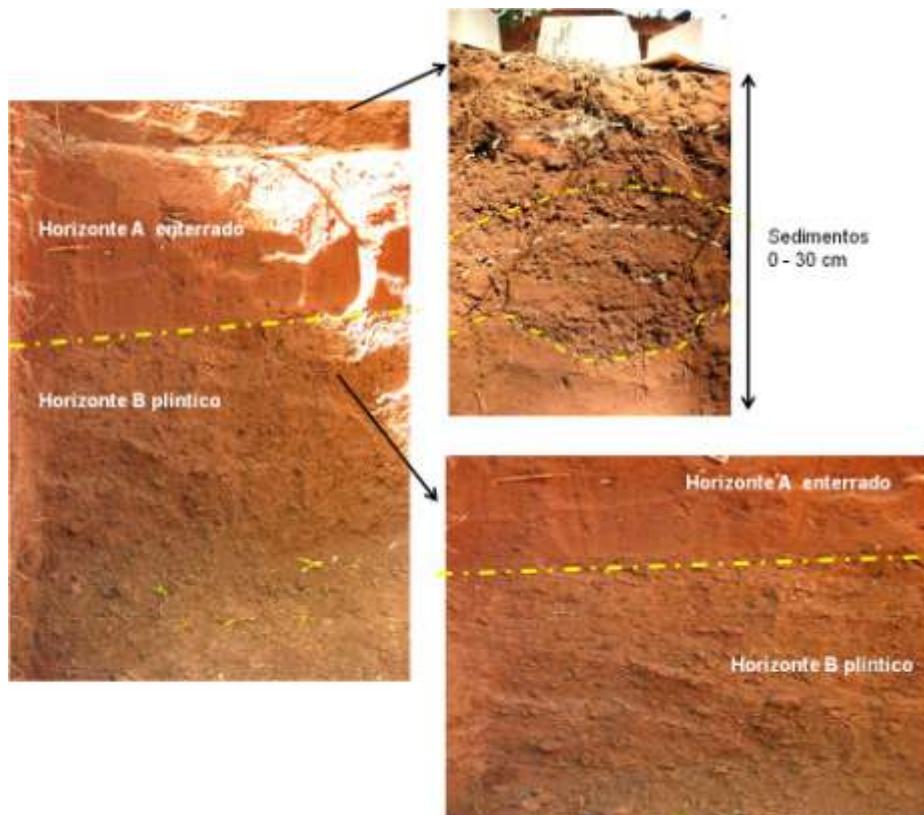


Figura 51 - Aspectos do solo na trincheira T2

Os sedimentos da trincheira T3 são menos espessos que nas posições anteriores mais à jusante e possuem estrutura em blocos subangulares de grau moderado a forte. O horizonte enterrado IIA apresenta estrutura em blocos angulares de tamanho pequeno e grau fraco e possui maior teor de argila que os sedimentos sobrejacentes e os horizontes subjacentes. Este horizonte apresenta-se com alto grau de adensamento. Observa-se ainda a existência de um horizonte de transição IIAB que possui estrutura em blocos subangulares, tamanho pequeno a médio, grau moderado e cor 2,5YR 3/6 e abundante presença de trincas e rachaduras no sentido vertical e oblíquo até a profundidade de 60 cm. Este horizonte é seguido de um horizonte IIBA de croma um pouco mais baixo e alguns blocos angulares. O horizonte B possui características de profundidade, teor de argila e ferro que caracterizam este solo como Latossolo Vermelho Distróférico (Figura 52).



Figura 52 - Aspectos do solo na trincheira T3

2.3.2.2 Granulometria

Os objetivos da análise granulométrica do solo e dos sedimentos foram conhecer a participação relativa das três frações areia, silte e argila, definir o grau de seleção das partículas presentes na fração areia do substrato e caracterizar a distribuição espacial dos sedimentos depositados.

2.3.2.2.1 Dispersão em Hexametafosfato de Sódio + NaOH

A distribuição média de partículas determinada utilizando-se como dispersante o Hexametafosfato de Sódio e NaOH pode ser observada na Figura 51. Foram analisadas as amostras coletadas nos transectos locados na borda e no interior da zona ripária, TM 1, TM 2 e TM 3 (Figuras 29 e 30 da seção de metodologia) e também, nos transectos que atravessam o cultivo de braquiária (à montante da zona ripária), chamados de TE1, TE2 e TE3 (Figuras 31 e 32 da seção de metodologia).

Nas amostras obtidas nas tradagens destes transectos, a distribuição granulométrica revelou um solo bastante homogêneo em profundidade em todos os pontos de tradagens avaliados. Esta tendência de homogeneidade na distribuição granulométrica em profundidade foi comprovada estatisticamente, pois o coeficiente de variação entre as profundidades variou de 2% a 8%. Esta amplitude de variação é considerada baixa, permitindo assim o uso da média dos valores observados na comparação geral entre os pontos de tradagem. Por isso, os gráficos contidos nas figuras a seguir (Figuras 51, 52 e 53) apresentam apenas os pontos de tradagens (p. ex. TM1.1, TE1P1) com valores médios das

profundidades em cada ponto. Dessa forma, a comparação entre transectos pode ser verificada com maior simplicidade e clareza.

Nos transectos locados à montante da zona ripária (TE1, TE2 e TE3) os solos possuem textura muito argilosa (> 60% de argila) na maioria dos pontos analisados, com exceção dos pontos TE1P2 e TE3P2 (Figura 51). Nesses pontos observou-se a maior contribuição da fração silte.

Os solos da zona ripária, avaliados pelos TM1, TM2 E TM3 apresentaram textura argilosa a muito argilosa na grande maioria dos pontos analisados que apresentam valores médios de 35% de areia, 15% de silte e 50% de argila (Figura 53). Existe porém, exceção a esta tendência em dois pontos de tradagem nos transectos TM 2.3, TM 2.6 e TM 3.4 que apresentam valores de areia acima de 40% e menores que 30% de argila. Nestes pontos predomina a textura arenosa.

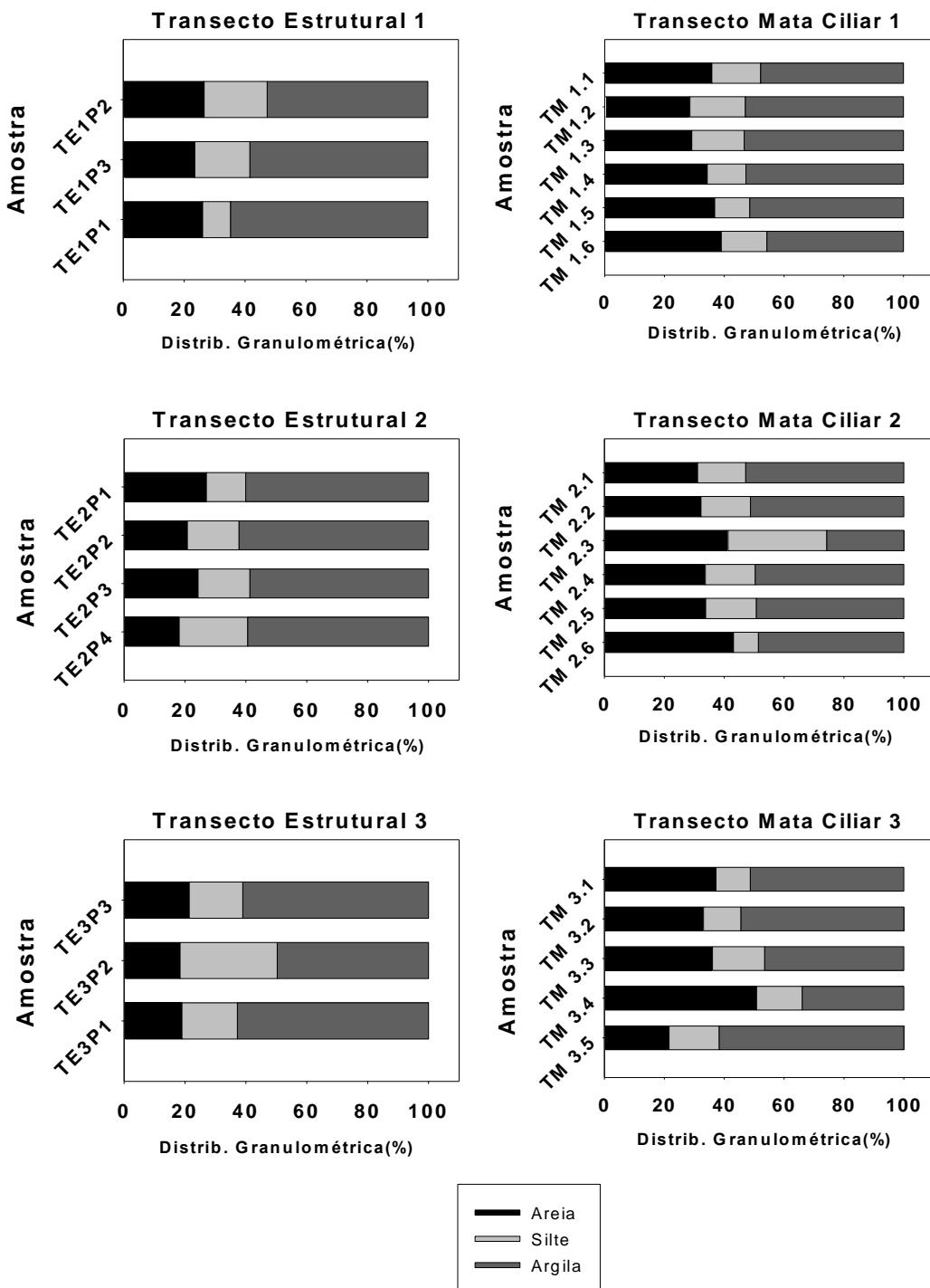


Figura 53 - Distribuição granulométrica em NaOH

Os sedimentos depositados também não apresentaram, entre si, diferenças significativas nos teores de argila, silte e areia. Possuem textura argilosa, preservando horizontalmente, a tendência de homogeneidade observada em profundidade.

Comparativamente os solos da zona ripária possuem maior participação da fração areia na distribuição granulométrica. Tal comportamento pode decorrer do transporte seletivo de finos. Uma vez que tenha havido erosão na área de cultivo à montante, o material mais pesado (fração areia) se depositou nas áreas de baixada (zona ripária) enquanto a fração mais fina e leve (fração argila) foi carreada para áreas ainda mais baixas ou até mesmo para fora da bacia, conforme defendido por Harmon et al. (1989), Bryan (2000) e Ritter; Shirmohammadi (2001).

2.3.2.2 Dispersão em Água

A distribuição granulométrica destes solos determinada em água mostrou uma tendência geral de diminuição da quantidade de argila e aumento das frações areia e silte quando comparadas com os resultados obtidos com a dispersão em Hexametafosfato de Sódio + NaOH. Analisando a quantidade total de argila averiguada na dispersão completa (em Hexametafosfato de Sódio + NaOH) depreende-se que grande parte da fração areia resultante da dispersão efetiva (em água) corresponde a agregados de argila do tamanho da areia média e fina.

Em todos os transectos avaliados, tanto os da zona ripária quanto os do cultivo à montante, e em todos os pontos de cada um destes transectos foi observado o completo desaparecimento da fração argila (Figura 54). Toda a argila presente nestes solos encontra-se sob a forma de agregados. Tal comportamento reforça ainda mais a idéia do transporte seletivo de finos que é evidenciado pela redistribuição da fração argila nas frações silte e areia, de acordo com o tamanho dos agregados (DI STEFANO, FERRO, 2002; MEYER et al., 1980; SLATTERY; BURT, 1967; SWANSON; DEDRICK, 1967)..

Na área cultivada, onde se localizam os transectos TE's observa-se menor concentração da fração areia em relação à fração silte, quando comparada aos transectos da zona ripária (TM's). Observa-se aqui, novamente a tendência de acúmulo da fração areia, mais pesada na zona ripária. Toda a argila sob forma particulada que originalmente havia no solo deve ter sido carreada vertente abaixo durante os processos erosivos potencializados pelas operações de cultivo, causadoras de desagregação do solo.

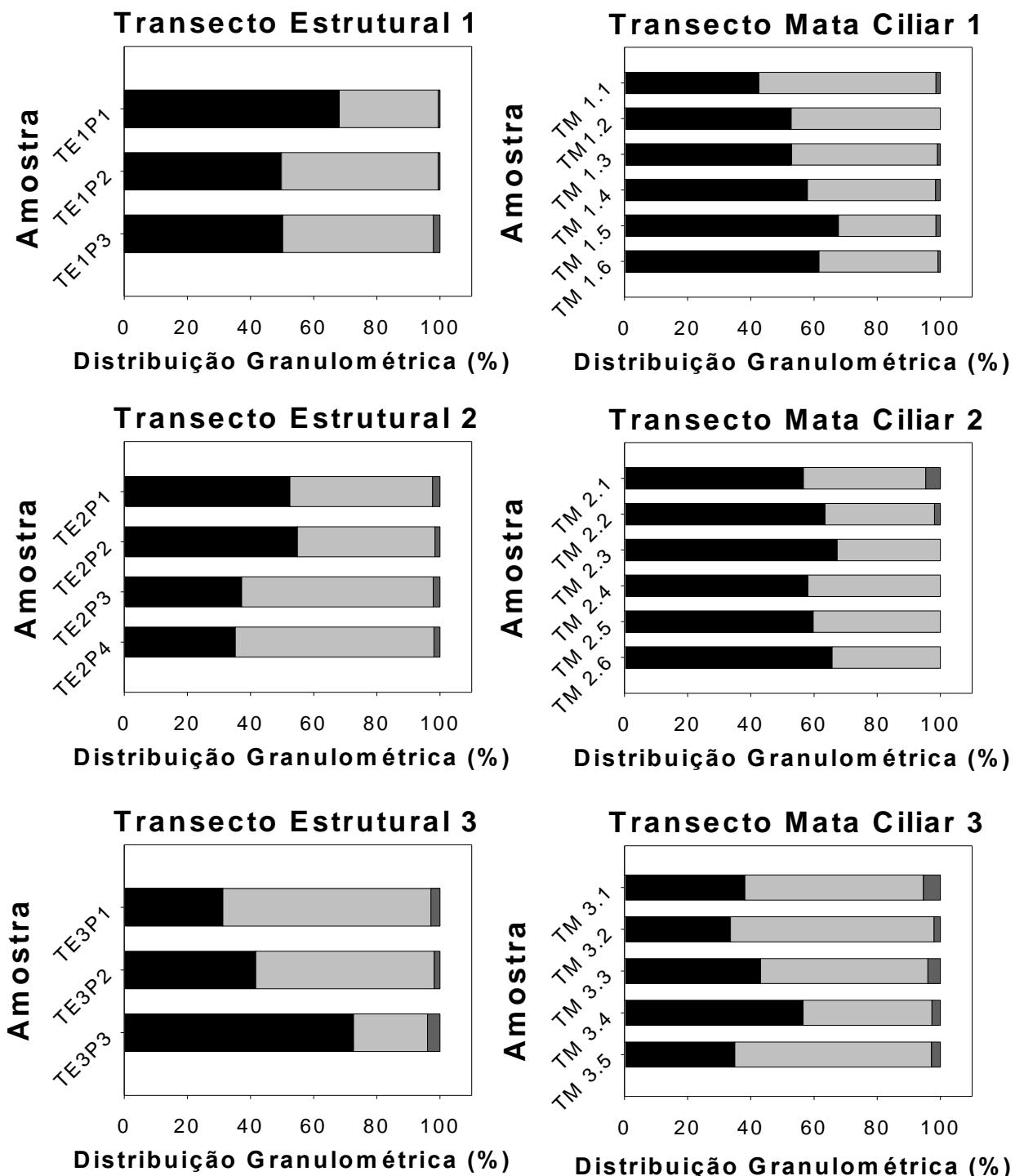


Figura 54 - Distribuição granulométrica (H_2O) ao longo da vertente ciliar

Os valores percentuais de agregação da fração argila estão relacionados na Figura 55 e correspondem à fração de argila que se encontra sob a forma de agregados.

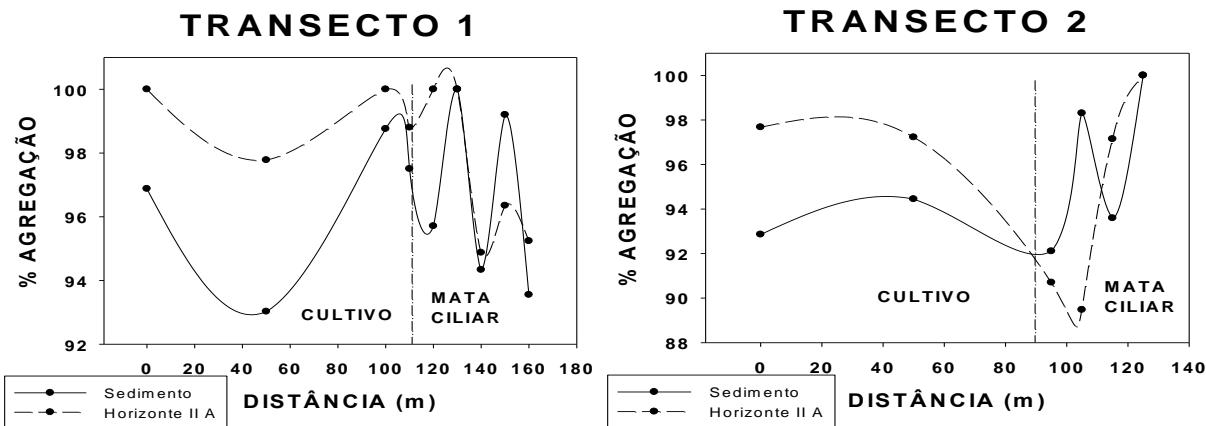


Figura 55 - Agregação de argila ao longo da vertente ciliar

Na porção cultivada da encosta observa-se maior proporção de agregados no Horizonte IIA (A enterrado) do que nos sedimentos, nos dois transectos analisados. Porém o comportamento (agregação) das argilas no interior da mata ciliar se mostra bastante errático, sendo que os sedimentos ora apresentam maior percentual de agregação que o Horizonte IIA, ora apresentam valores menores, em curtas distâncias (10m).

Em geral, nas amostras obtidas na encosta observamos um maior enriquecimento da fração areia, ao contrário dos resultados obtidos por Young (1980). Porém, em algumas amostras houve também o enriquecimento relativo da fração silte, confirmando a participação de agregados de argila tamanho silte (microagregados). Não houve grande variação nos teores de argila sob a forma de partículas primárias e agregados, tanto em profundidade quanto entre os pontos de cada transecção.

Solos com alta porcentagem de argila normalmente geram sedimentos grosseiros (agregados). E estes agregados de argila oferecem maior resistência ao transporte do que as partículas primárias, embora possam ser menos densos quando umedecidos o tamanho maior desfavorece a movimentação (MEYER et al., 1980).

A variabilidade no teor de argila particulada entre os pontos do mesmo transecto pode decorrer da variação no grau de agregação e dispersibilidade presentes nos solos muito argilosos (WISCHMEIER et al, 1971) como os Latossolos presentes na região.

Os baixos teores de argila particulada reforçam o pressuposto por DI STEFANO; FERRO (2002) que partículas de argila, carreadas durante a enxurrada como partículas primárias movem-se através da vertente sem deposição. Pois de acordo com os estudos de

Syversen e Borch (2005) a argila dispersa na forma de partículas primárias são pequenas demais para serem retidas na zona ripária.

2.3.2.2.3 Fracionamento das Areias

A dispersão completa utilizando Hexametafosfato de Sódio revelou as características das areias do solo e dos sedimentos amostrados em transectos localizados na mata (TM1, TM2 e TM3), à montante na braquiária (TB1, TB2 e TB3), no topo do Planalto Alçado da Bacia do Paraná (Serra) e nas escarpas que dividem este planalto do Planalto Rebaixado (Grota P10 e Grota P11) (Quadro 3).

Transecto	Fração Areia Predominante	Grau de Seleção
TM1	Areia Fina	Pobre a Moderado
TM2	Areia Fina	Pobre a Moderado
TM3	Areia Fina	Pobre
TB1	Areia Fina	Moderado
TB2	Areia Fina	Pobre a Moderado
TB3	Areia Fina à Média	Pobre
SERRA	Areia Fina	Pobre
GROTA P10	Areia Fina, areia grossa em profundidade	Moderado
GROTA P11	Areia Média, Fina e Grossa (sentido descendente)	Pobre

Quadro 3 - Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das areias dispersas em Hexametafosfato de Sódio

No transecto TM1 e TM2 as partículas são pobramente selecionadas na superfície, onde se encontram os sedimentos e moderadamente selecionadas no solo propriamente dito. No transecto TM3 apenas o ponto 3.5 apresenta alteração no grau de seleção, para moderadamente selecionado.

No transecto TB1 apenas o ponto P3 possui grau de seleção pobramente selecionado. No transecto TB2, o ponto P1 apresenta grau de seleção moderado, enquanto os pontos P2 e P3 são pobramente selecionados.

No topo do Planalto Alçado da Bacia do Paraná (Serra) a fração predominante é a fração areia fina com grau de seleção pobramente selecionada.

As amostras coletadas nas escarpas situadas entre os Planaltos Alçado e Rebaixado, na grota à jusante do lixão municipal, confirmaram a descontinuidade litológica do material ali

encontrado. O solo possui matizes mais amareladas e a textura bastante diversa e variável. Neste ponto (P11), na superfície as areias estão classificadas no tamanho areia média, na parte mediana do perfil, encontramos areia fina e na parte subjacente predomina a fração areia grossa. Neste ponto provavelmente há o afloramento de material intemperizado proveniente do Grupo Passa-Dois.

Na simulação dos processos erosivos desencadeados pela precipitação, a dispersão das partículas em água revelou diferenças entre a dispersão total de partículas. Entretanto, nos pontos amostrados, tanto em Hexametafosfato quanto em água, predomina a fração areia fina, e também o grau de seleção de partículas oscila de pobemente a moderadamente selecionado (Quadro 4).

Transecto	Fração Areia Predominante	Grau de Seleção
TM1	Areia Fina	Pobre a Moderado
TM2	Areia Fina	Pobre a Moderado
TM3	Areia Fina	Pobre a Moderado
TB1	Areia Fina	Pobre
TB2	Areia Fina	Pobre a Moderado
TB3	Areia Fina à Média	Pobre
SERRA	Areia Fina à Média	Pobre a Moderado
GROTA P10	Areia Fina à Média	Pobre
GROTA P11	Areia Média, Fina e Muito Fina (sentido descendente)	Pobre

Quadro 4 - Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das areias dispersas em Água

No transecto TM1 e TM2 as partículas mantém a mesma tendência encontrada na dispersão total, e são pobemente selecionadas na superfície, onde se encontram os sedimentos e moderadamente selecionadas no solo propriamente dito. Também no transecto TM3 apenas o ponto 3.5 apresenta alteração no grau de seleção, para moderadamente selecionado.

Entretanto, a dispersão em água promoveu alterações em todos os pontos amostrados na braquiária. A maioria dos pontos amostrados revelou grau de seleção pobemente selecionado. Somente no transecto TB2, o ponto P2 apresenta grau de seleção moderado. A tendência de homogeneidade entre os transectos da mata e da braquiária se repete em profundidade nas camadas analisadas.

Na dispersão em água, predominam no topo do Planalto Alçado da Bacia do Paraná (Serra) as frações areia fina e areia média com grau de seleção de pobre a moderadamente selecionadas.

Na gruta, as areias variam de fina à média e o grau de seleção é pobre. O ponto P11, novamente é o que apresenta maiores variações de distribuição granulométrica dentro do perfil, além de se distinguir de todos os outros pontos e transectos analisados anteriormente.

De acordo com a interpretação de Folk, Ward (1957) acerca dos parâmetros estatísticos como desvio médio, curtose e simetria existe baixa variação entre os pontos analisados. Essa similaridade se observa tanto em macroescala, considerando os pontos analisados no Planalto Alçado de Goiânia, no Planalto Rebaixado e nas Escarpas que dividem estes dois planaltos, quanto em microescala, considerando tradagens na mata ciliar e tradagens na braquiária.

A areia fina predomina como fração transportada ao longo da vertente, sendo grãos de areia pouco selecionados, em alguns casos, moderadamente selecionados. O material proveniente de rochas básicas apresenta importante contribuição de quartzo que se reflete na composição mineralógica das partículas. Essa contribuição deriva da existência de geodos de quartzo e calcedônia originados durante o processo de cristalização da rocha, comumente encontrados nos diabásios da Formação Serra Geral. O grau de seleção pobre a moderado reflete a intensidade do processo de transporte de partículas, que devido à sua alta competência é capaz de transportar partículas de variados tamanhos e não só aquelas mais finas e leves.

2.3.2.3 Química

A análise de rotina de fertilidade do solo (Figura 56) revela ser este, um solo distrófico e Tb (argila de atividade baixa) em todas as trincheiras e, com valores de pH baixo na zona ripária e alto no campo cultivado. Lembrando que a trincheira T1 está situada no interior da zona ripária, a T2 na borda (no contato entre a área cultivada e a mata ciliar e a T3 localiza-se no cultivo da braquiária.

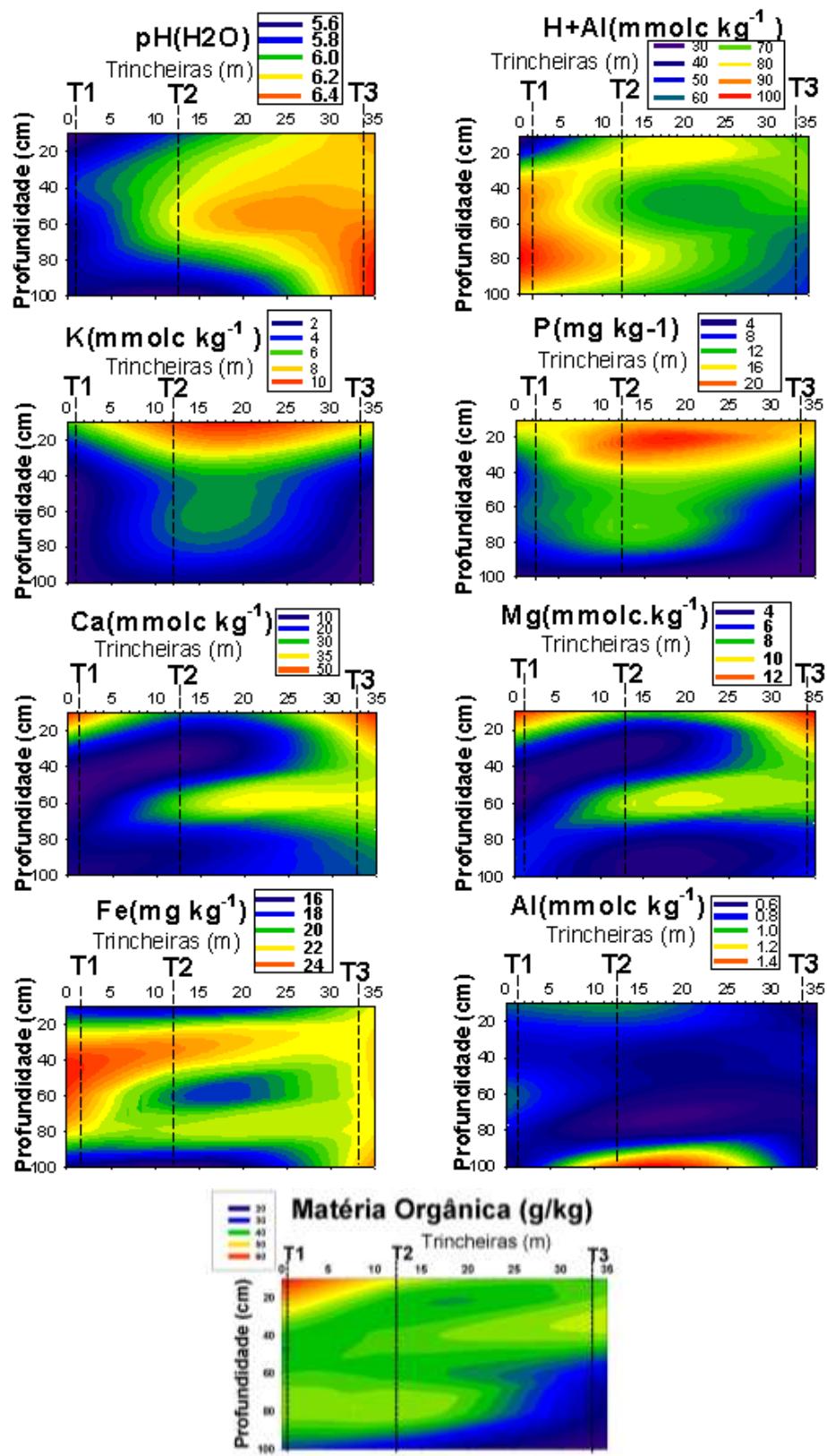


Figura 56 - Distribuição dos atributos químicos ao longo da vertente ciliar

Na zona cultivada os teores de P e K se apresentam mais altos que na zona ripária devido ao constante aporte de adubos químicos. O acúmulo de P na região próxima à trincheira T2 reflete a intensa deposição de sedimentos nessa área. Já a concentração nos teores de matéria orgânica na zona ripária se deve à contribuição da mata ciliar.

O padrão de distribuição de elementos químicos na zona ripária não reflete os resultados obtidos por Peterson e Rolfe (1986) em relação ao acúmulo de P e K, que se concentraram mais na borda da mata ciliar do que no interior. Já os teores de Ca, Mg confirmam os estudos dos autores supracitados que relataram o acúmulo de Ca e Mg na zona ripária em relação à encosta.

Syversen e Borch (2005) relataram que o P adsorvido às partículas de argila apresentou o mesmo padrão de distribuição que a fração argila. Na área de estudo esta concentração pode estar relacionada também à adubação pretérita desta área aliada à baixa taxa de percolação.

2.3.2.4 Micromorfometria

Através da análise micromorfométrica de imagens foi possível distinguir diferentes camadas no solo e nos sedimentos coletados para amostragem, os blocos fotografados sob luz ultravioleta revelaram diferentes níveis de adensamento nos sedimentos amostrados.

As imagens dos blocos permitiram distinguir visualmente a variação na densidade entre as camadas e destaca também a ocorrência de nódulos de ferro, típicos de horizontes plínticos que foram transportados pela enxurrada e depositados na zona ripária (Figura 57, 58 e 59). Essas feições observadas corroboram o pressuposto por Boulet et al. (1982) que estudos micromorfológicos permitem explicar os processos pedogenéticos que ocorrem localmente.

A estrutura do solo observada na T1, situada no interior da zona ripária e sob o dossel da mata ciliar mostra-se bastante adensada, reforçada pela presença de poros planares (Figura 57). Nota-se que existem dentro de cada bloco, camadas com diferentes características de porosidade distribuição de nódulos de ferro. Tais nódulos concentram-se na camada de 8 a 20 cm de profundidade. Seguida por uma camada bastante adensada (16 a 28 cm). Na camada de 27 a 39 cm observa-se o aumento de bioporos com resíduos de

excrementos de animais. Na camada mais profunda desta trincheira (60-72 cm) existe adensamento, porém com a forte contribuição de poros grandes e complexos na porção inferior.

O solo desta trincheira permanece saturado durante a maior parte do ano e por isso a estrutura se apresenta adensada de forma geral, além do fato de esta região receber intenso aporte de sedimentos, causando assim uma pressão devido ao peso dos sedimentos que acaba por compactar o solo.

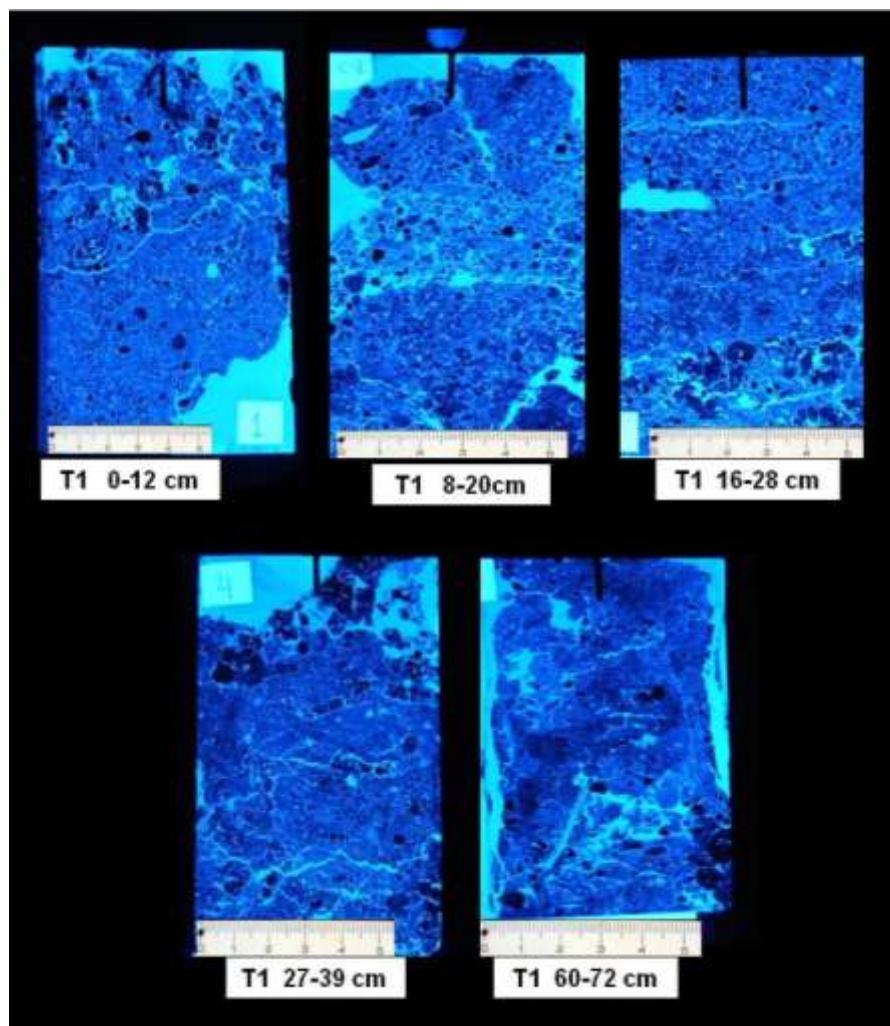


Figura 57. Imagens das amostras indeformadas da trincheira T1, destacando-se a estrutura do solo, distribuição e forma dos poros e feições como nódulos de ferro e bioporos

A trincheira T2 localizada na borda da zona ripária e sob vegetação herbácea limítrofe entre a mata ciliar e o plantio da braquiária, revela um solo bastante adensado até

aproximadamente 70 cm de profundidade (Figura 58). Nota-se maior estruturação nas profundidades abaixo de 90 cm, com maior concentração de poros grandes e complexos.

A camada superior revela baixa porosidade com exceção de alguns poros grandes e planares. A camada subsequente que vai até 34 cm apresenta uma alta concentração de nódulos de ferro. Tais nódulos evidenciam o transporte e deposição de partículas mais pesadas em eventos de enxurrada. A camada entre 62 e 74 cm mostra alto adensamento e rara presença de nódulos de ferro. Nas camadas abaixo de 94 cm de profundidade percebe-se um maior grau de estruturação do solo e presença abundante de raízes.

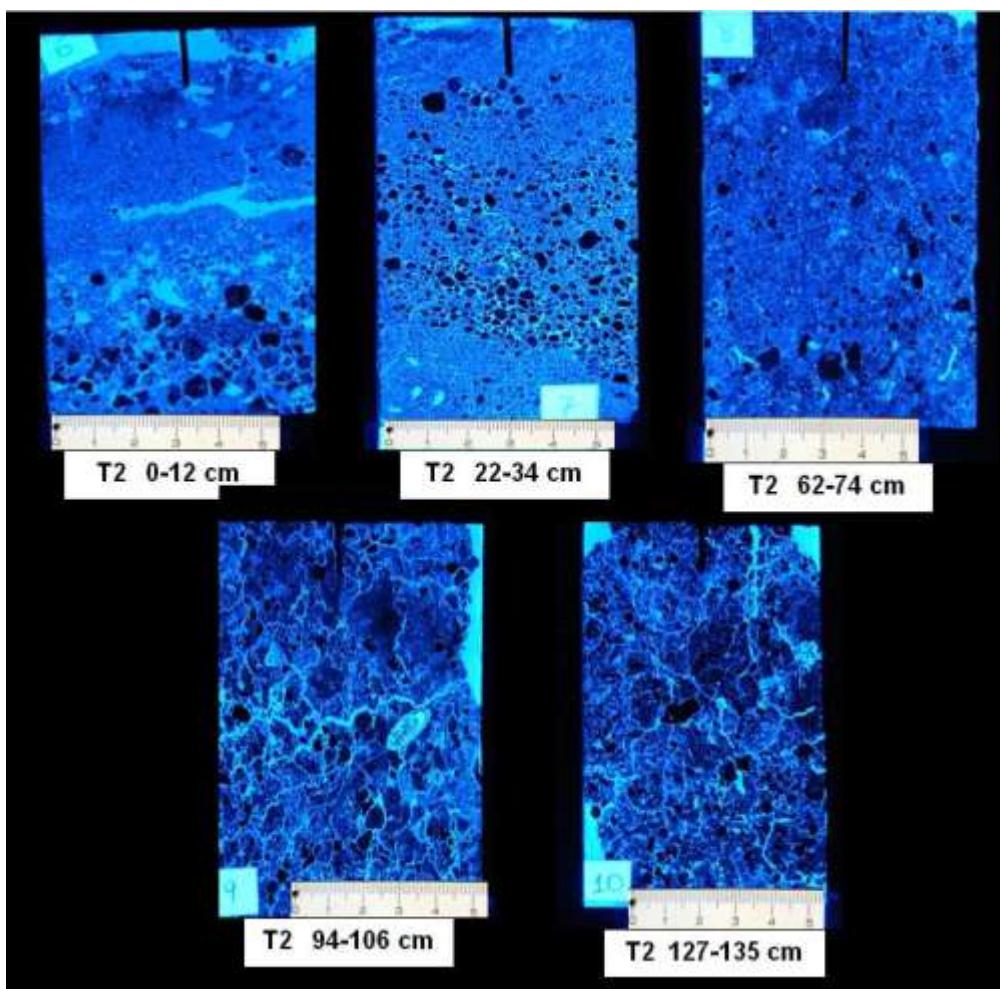


Figura 58 - Imagens das amostras indeformadas da trincheira T2, destacando-se a estrutura do solo, distribuição e forma dos poros e feições como nódulos de ferro e bioporos

As amostras coletadas na T3, fora da zona ripária e sob cultivo de braquiária, revelam ser este um solo muito adensado em toda a seção de controle (150 cm). Nota-se baixa diferenciação na porosidade das camadas coletadas (Figura 59). A camada superficial (0-12

cm) apresenta sinais de compactação por máquinas agrícolas, com fissuras paralelas à superfície. Nota-se uma intensa concentração de nódulos de ferro em profundidade (135 a 152 cm).

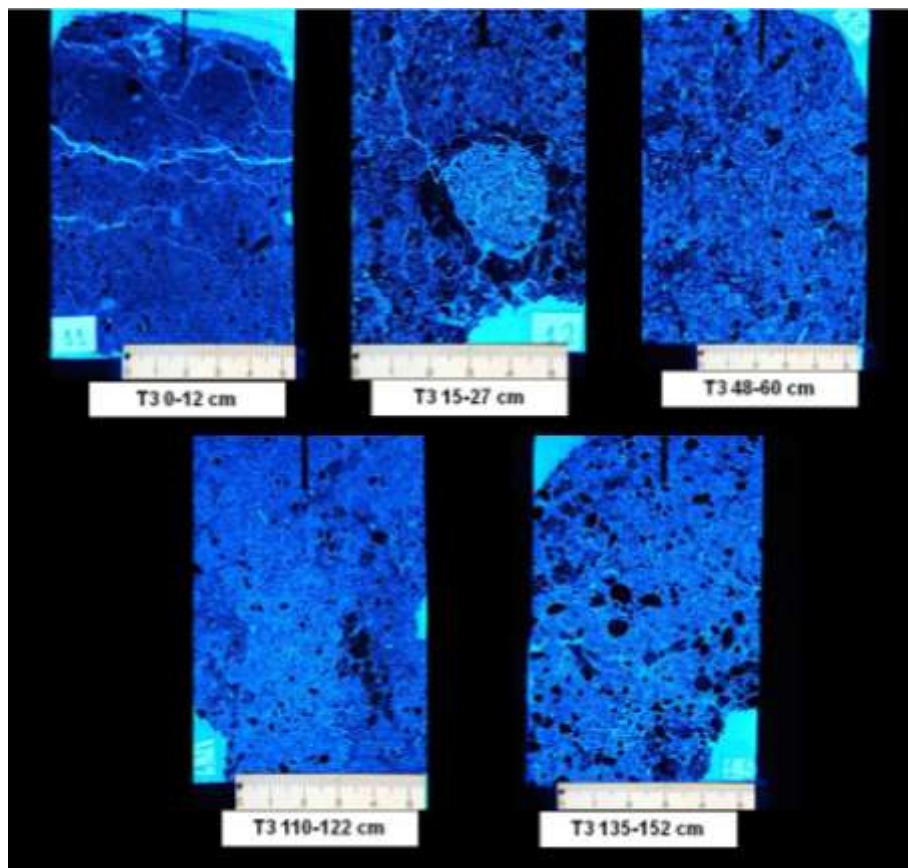


Figura 59 - Imagens das amostras indeformadas da trincheira T3, destacando-se a estrutura do solo, distribuição e forma dos poros e feições como nódulos de ferro e bioporos

A variação observada na densidade das camadas é comprovada através da análise micromorfométrica dos poros existentes nas amostras indeformadas coletadas nos perfis das trincheiras T1, T2 e T3 (Figura 60).

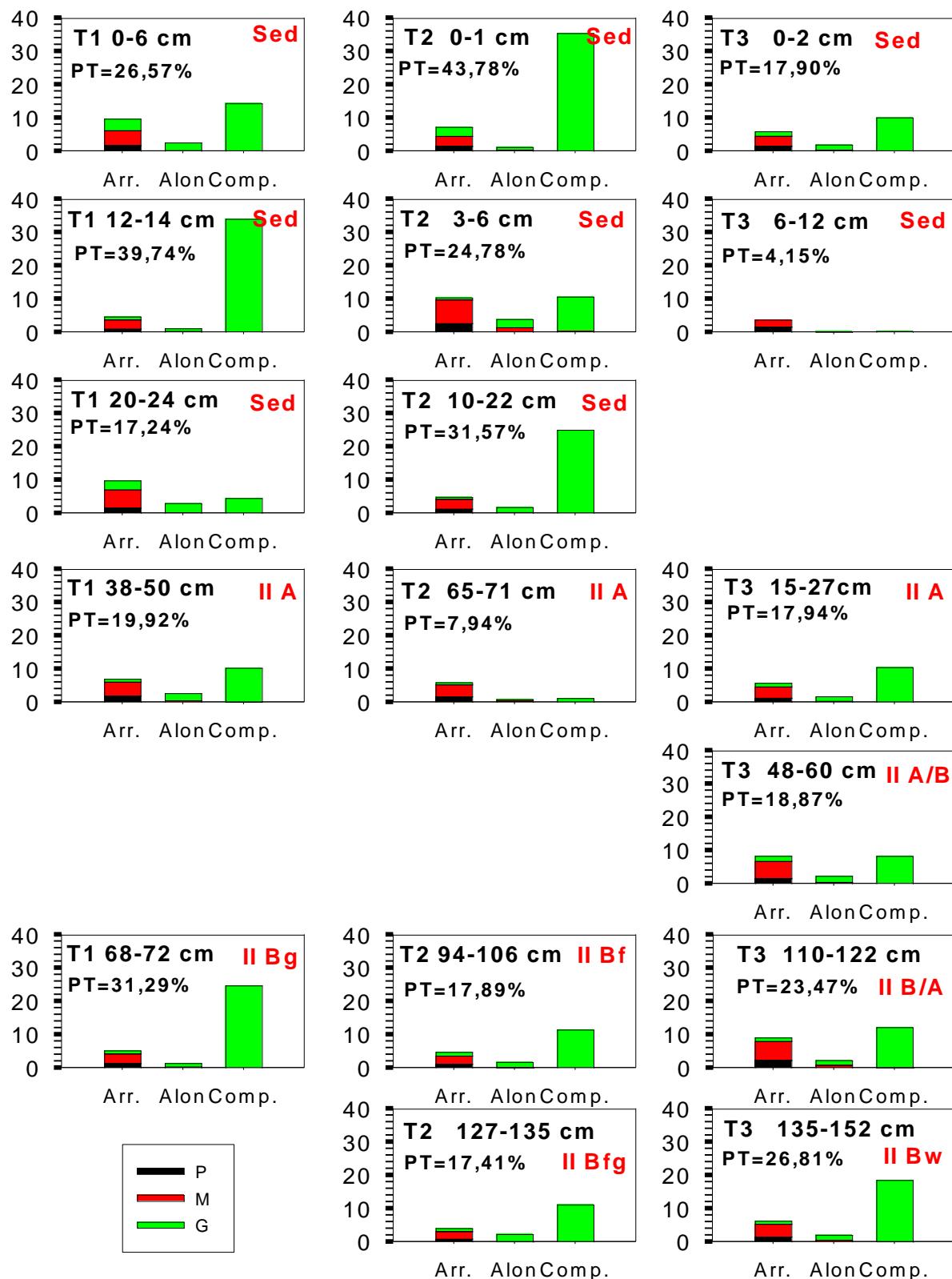


Figura 60 - Porosidade dos sedimentos e solos nas trincheiras T1, T2 e T3 ao longo da vertente

Existe uma grande variação (de 4 a 40%) na porosidade total entre as três áreas e também entre as camadas de um mesmo perfil. Porém as trincheiras T1 e T2 que se encontram no interior e na borda da mata ciliar, se diferenciam da T3 que está na área de cultivo. Observa-se na superfície das trincheiras T1 e T2, a tendência da porosidade total ser bem maior que a encontrada no horizonte A enterrado (IIA). Já na área sob cultivo não há grandes diferenças entre a porosidade entre as camadas e horizontes, devido ao cultivo contínuo e trânsito de máquinas e implementos agrícolas.

Outra característica que chama a atenção é quanto à participação dos poros grandes e alongados, em maiores proporções na T1 e T2, justamente nas camadas onde encontramos os sedimentos depositados. Esse comportamento confirma o pressuposto (Bryan, 2000) que solos não-perturbados como os encontrados sob florestas possuem maior agregação, devido ao efeito cimentante da matéria orgânica.

Existe uma importante participação dos agregados de argila (tamanhos areia e silte) na ocorrência dos poros grandes e complexos. Pois se observa uma tendência de haver maior porosidade nos pontos onde há maior agregação da argila. A presença de agregados de argila promove tal arranjo estrutural que permite a ocorrência de grandes poros interconectados entre os agregados como afirma CASTRO et al. (2000).

2.3.2.5 Deposição de Sedimentos

2.3.2.5.1 Sedimentos X Relevo

A forma e o tamanho da bacia influenciam na intensidade do processo erosivo e, no caso da zona ripária estudada o fluxo hídrico é fortemente controlado pela existência de um grande desnível entre os Planaltos Alçado e Rebaixado de Goiânia. A escarpa acelera a velocidade da enxurrada que percorre o campo cultivado com soja e converge para a zona ripária estudada, conforme exemplificado na Figura 61.



Figura 61 - Aspectos morfológicos do relevo com destaque para as rupturas côncavo-convexas das vertentes ('LADEIRA, F.S.B, 2010) (informação pessoal)

A mata ciliar situada na zona ripária estudada está exposta direta e indiretamente aos fluxos hídricos concentrados provenientes da escarpa à montante. Indirectamente, porque apesar da declividade favorecer os processos erosivos no sentido escarpa-zona ripária, boa parte da enxurrada é interceptada pelos seis terraços de drenagem que foram construídos desde o sopé da escarpa até o carreador às margens da vertente ripária. Existe, porém uma relevante parcela do fluxo concentrado que alcança a zona ripária sem qualquer tipo de interrupção ou terraços e que resultou em diversas voçorocas efêmeras no cultivo de braquiária. Os sinais deixados por estas voçorocas são visíveis na Figura 62 como linhas brancas, semi-paralelas à montante da mata ciliar.

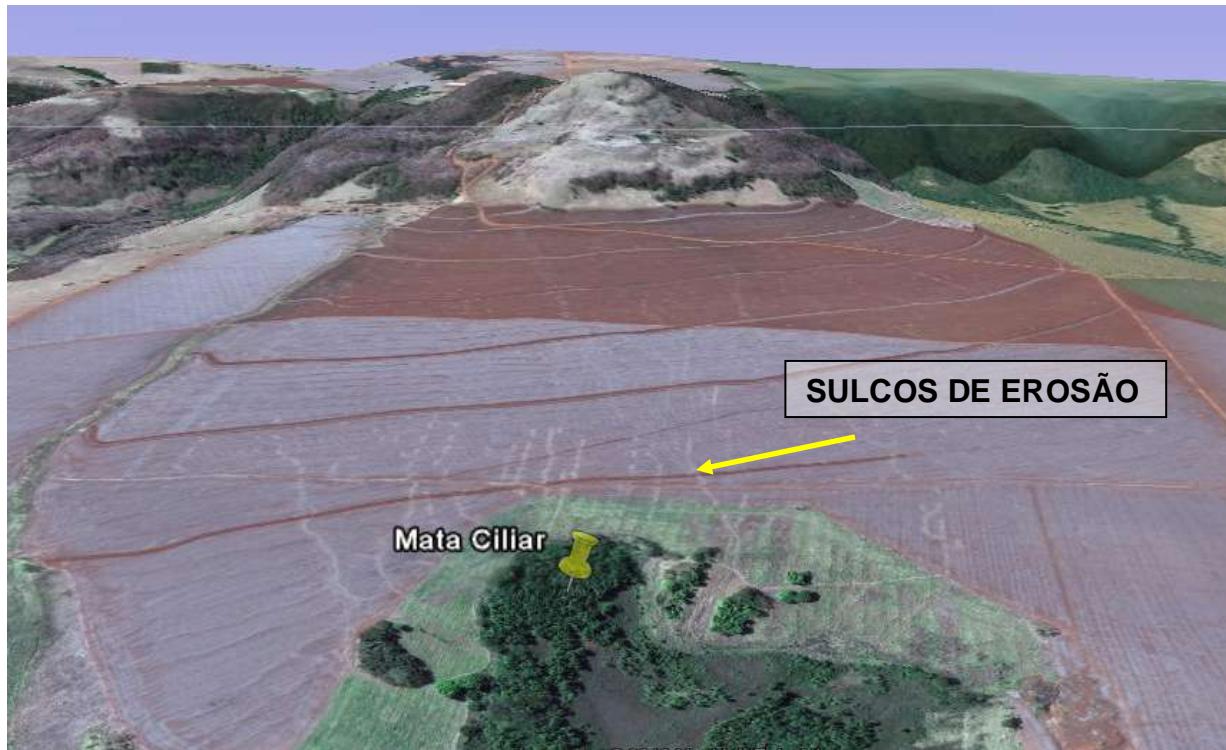
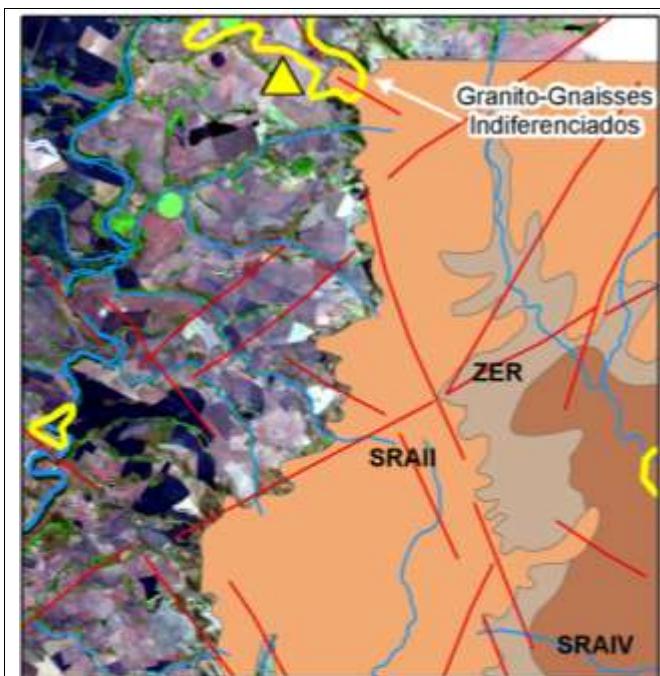


Figura 62 - Perspectiva do relevo à montante da área de estudo (Mata Ciliar)

Através do uso de programa de geoprocessamento (SIG - ArcGis®) foi possível obter mapas temáticos sobre a região da área de estudo em diversas escalas diferentes de acordo com o objetivo da observação. Foram produzidos mapas que ilustram características regionais tais como: drenagem, contatos líticos, falhas geológicas, compartimentos geomorfológicos, bem como o mapa hipsométrico da região onde estão inseridas as nascentes da área de estudo (Figura 63). Pode-se observar que a área de estudo está contida na Formação Serra Geral, onde afloram as rochas básicas, porém o limite do Complexo Granito-Gnaissico encontra-se bastante próximo. Uma falha geológica importante também encontra-se bastante próxima à área de estudo e certamente condiciona os fluxos hídricos e os processos erosivos regionais nos principais compartimentos geomorfológicos situados à montante da área de estudo: SRAII (Superfície Regional de Aplainamento II), SRAIV (Superfície Regional de Aplainamento IV) e ZER (Zona de Erosão Recuante) (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006) (Figura 63a). Verifica-se que na região há grande amplitude de variação de altitudes, onde no topo do Planalto Alçado observa-se altitudes acima de 900m enquanto próximo à calha do Rio Meia Ponte a altitude cai para cerca de 250m (Figura 63b).

**Legenda**

Geomorfologia	
— Falhas	
— Contato litológico	
▲ Área de estudo	
— Hidrografia	



Figura 63a. - Mapa de feições (geologia, drenagem, geomorfologia)

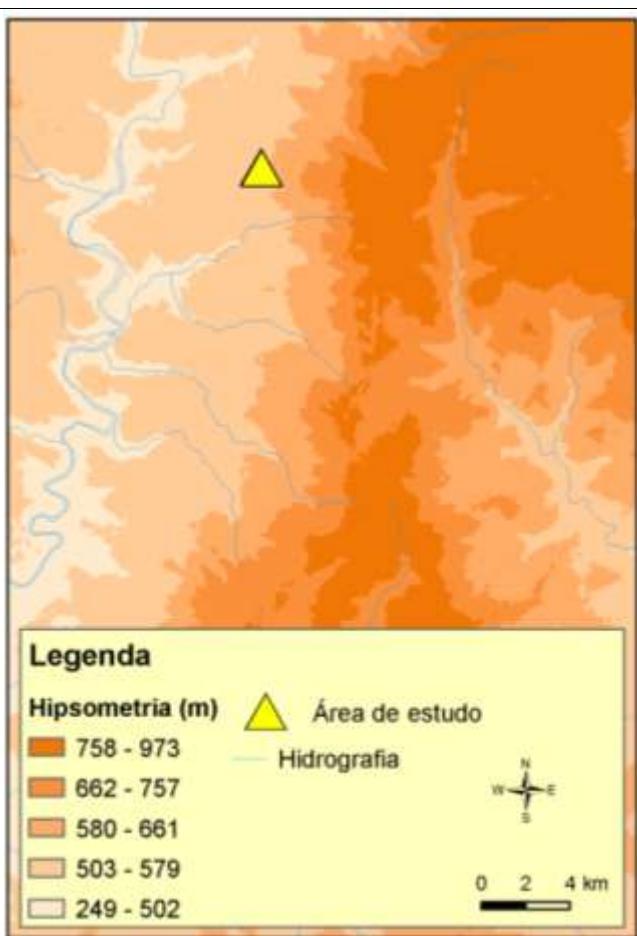


Figura 63b. - Mapa hipsométrico obtidos com uso de SIG

Curvas de nível da região do município de Goiatuba obtidas através do modelo digital do terreno (MDT – ASTER) fornecido pela NASA foram sobrepostas à imagem de satélite LANDSAT ETM, dessa forma foi possível inferir sobre a participação do relevo na magnitude dos processos erosivos que atingem a região da zona ripária estudada (Figura 64a). Outra forma de representar as particularidades do relevo regional é através do mapa de classes de declividade, que evidencia a relevância e proximidade da escarpa íngreme à montante da área de estudo e que separa o Planalto Alaçado de Goiânia à direita do Planalto Rebaixado de Goiânia à esquerda (Figura 64b).

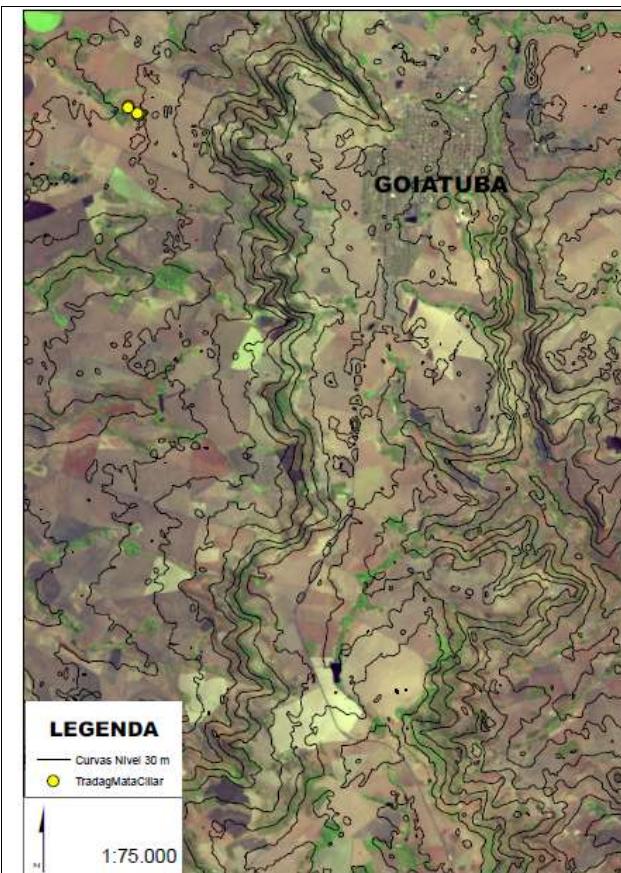


Figura 64a. - Mapa com as curvas de nível geradas a partir de MDT/ASTER com resolução de 30m

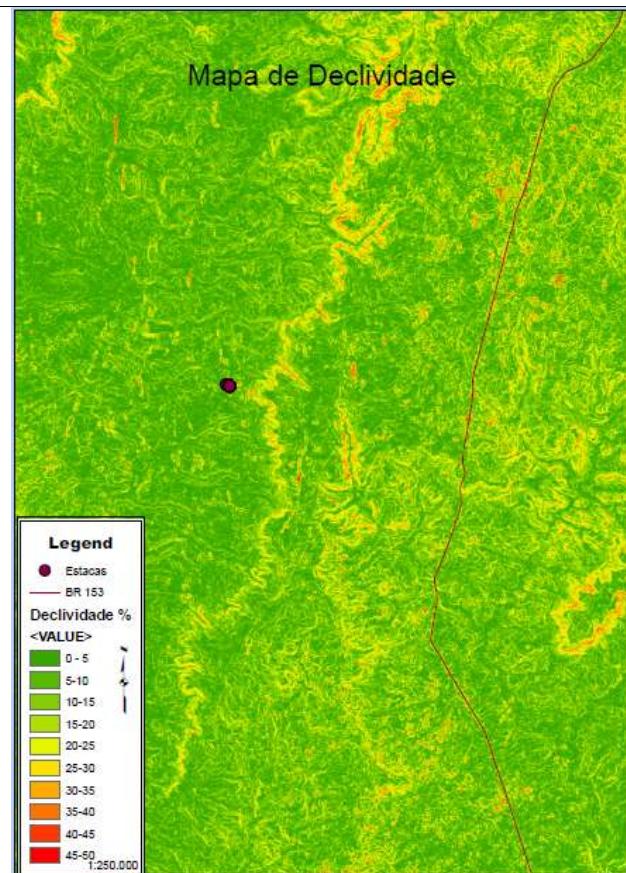


Figura 64b - Mapa de Classes de declividade no entorno da área de estudo

Ambos os planaltos apresentam declividades predominantes de no máximo 10% enquanto a escarpa com orientação NE-SW apresenta declividades bastante elevadas que variam de 20% a 40%. Esta configuração representa uma importante contribuição do fator relevo no transporte de sedimentos, potencialização de processos de erosão e sedimentação, aumento na velocidade da enxurrada e assoreamento das nascentes da zona ripária da área de estudo.

2.3.2.5.1.1 Transporte dos Sedimentos

Os sedimentos erodidos da área cultivada anteriormente com soja (onde atualmente cultiva-se braquiária) se acumularam nas porções mais baixas da encosta, compreendidas

pela borda da mata e também pelo interior da zona ripária, onde se encontra a mata ciliar (Figura 65), tal deposição pode ser observada nos registros fotográficos.



Figura 65 - Observação visual da deposição de sedimentos na borda e no interior da mata ciliar

Em diferentes pontos no interior da mata ciliar foi possível reconhecer depósitos de sedimentos com espessuras de mais de 10 cm de espessura. Algumas vezes os sedimentos aparecem contidos pelas raízes tabulares de árvores e em outras situações ficam bem demarcados pelas voçorocas efêmeras geradas a partir do fluxo turbulento de água no interior da zona ripária (Figura 66).



Figura 66 - Observação visual da deposição de sedimentos e sulcos no interior da mata ciliar

As medições sistemáticas mensais a fim de mensurar a espessura e a taxa de erosão/deposição de sedimentos revelaram a ocorrência de valores positivos e negativos. Os

valores positivos representaram acréscimo de sedimento depositado e os valores negativos indicaram erosão do solo no ponto relacionado (Figura 67).



Figura 67 - Medições da deposição de sedimentos apresentando grandes variações espaciais

2.3.2.5.1.2 Distribuição Espaço-Temporal dos Sedimentos

As medições de nível do solo obtidas durante os 17 meses de observação revelaram uma grande heterogeneidade entre os pontos observados e também entre os meses. Para melhor compreender a alta variabilidade dos pontos medidos, os mapas a seguir apresentam as estacas distribuídas na zona ripária (borda e interior) ao longo do período de estudo, Dezembro de 2008 a Abril de 2010. O tamanho da circunferência dos pontos indica a dimensão do valor medido. Considera-se como ponto de partida o nível do solo ($h=0$) no momento da instalação do experimento ($t=0$). A cor amarela representa acréscimo no nível do solo devido à deposição de sedimentos (valores positivos, a partir do nível h_0 no tempo t_0) e a cor vermelha indica erosão (valores negativos, a partir do nível h_0 no tempo t_0).

Os valores do nível do solo (cm) medidos entre os meses de Dezembro de 2008 a Maio de 2009 apresentam altos valores de deposição em vários pontos avaliados. Essa tendência de grandes acúmulos se mantém até o mês de Abril de 2009. A partir do mês de Abril observa-se uma redução no tamanho das circunferências, o que significa ter havido erosão em relação ao mês anterior, porém ainda assim, os valores medidos se mantiveram positivos, ou seja, o solo teve seu nível acrescido em relação à data do início do experimento (Figura 68). A instalação do experimento se deu no dia 31 de Outubro de 2008 e, a primeira medição em 03 de Dezembro de 2008 reportou valores muito altos de deposição, sendo que em muitos pontos foram observados valores acima de 30 cm.

Os círculos vermelhos, indicativos de erosão em relação ao tempo t_0 (início do experimento) aparecem em todos os meses deste período (Dezembro de 2008 a Maio de

2009) distribuídos em vários locais diferentes ao longo das estacas. Algumas estacas como a 55 e a 90 registraram valores extremos de erosão acima de 6 cm (medição= - 6cm) no mês de Fevereiro de 2009.

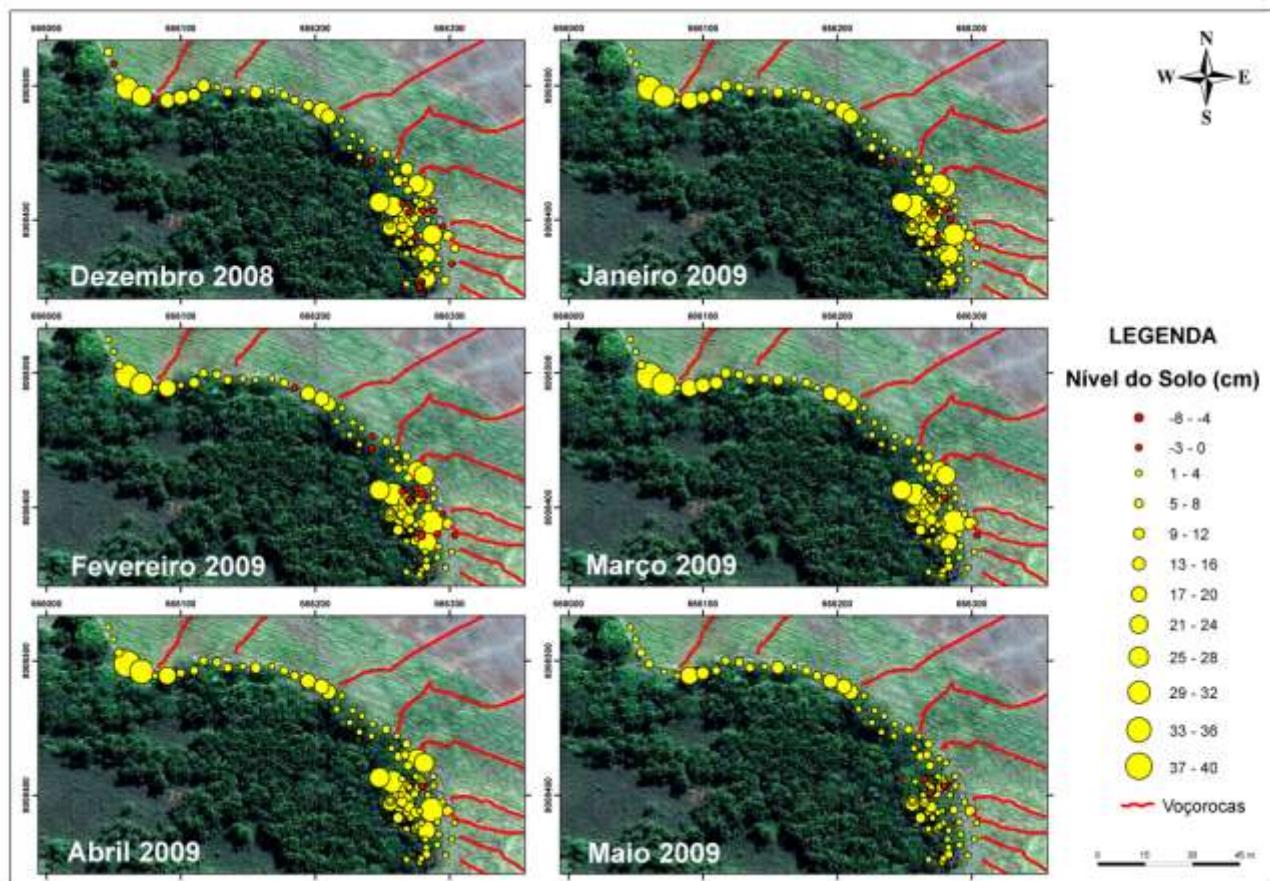


Figura 68 - Níveis de deposição e erosão no solo da zona ripária entre Dezembro de 2008 e Maio de 2009

Entre os meses de Junho a Novembro de 2009 observa-se uma tendência geral de uniformidade entre os tamanhos das circunferências amarelas, significando que neste período (a partir de Maio de 2009) não houve relevante aporte ou retirada de material nas estacas avaliadas (Figura 69).

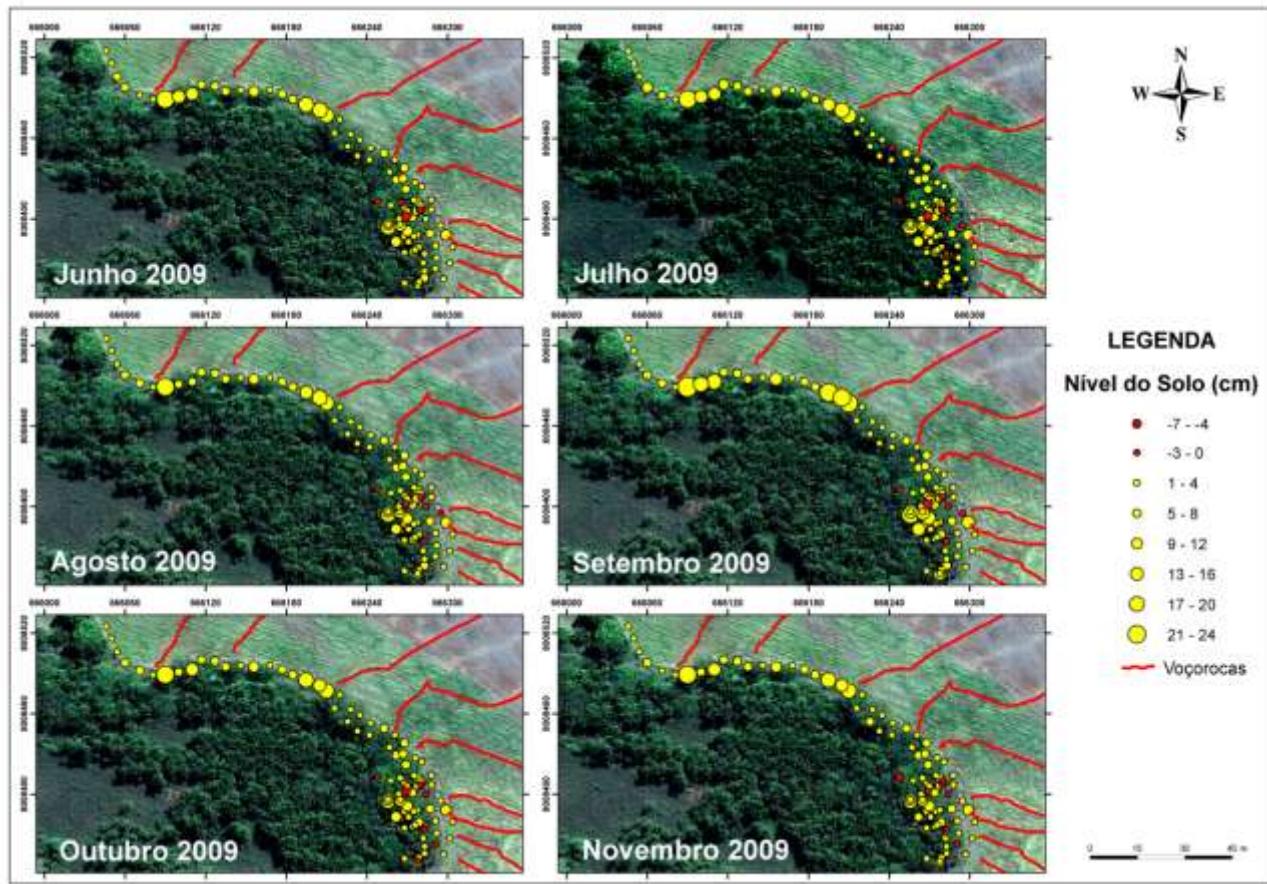


Figura 69 - Níveis de deposição e erosão no solo da zona ripária entre Junho e Novembro de 2009

Entretanto comparando-se o tamanho dos círculos amarelos no período de Junho a Novembro de 2009 (Figura 69), com o tamanho dos círculos amarelos do período anterior (Dezembro de 2008 a Maio de 2009) (Figura 68) notamos uma redução nos valores absolutos de deposição de sedimentos, o que significa erosão relativa aos pontos onde antes havia deposição.

A partir de Dezembro de 2009, observa-se um aumento nos níveis de deposição, voltando a serem registrados valores de deposição acima de 37 cm (Figura 70). Porém uma particularidade não observada anteriormente é o aumento significativo dos valores muito altos de erosão do solo, tendo sido observados pontos com até 14 cm de erosão do solo (medição= -14 cm). Em relação à erosão nota-se uma predominância de ocorrência na porção sudeste do experimento e no interior da zona ripária.

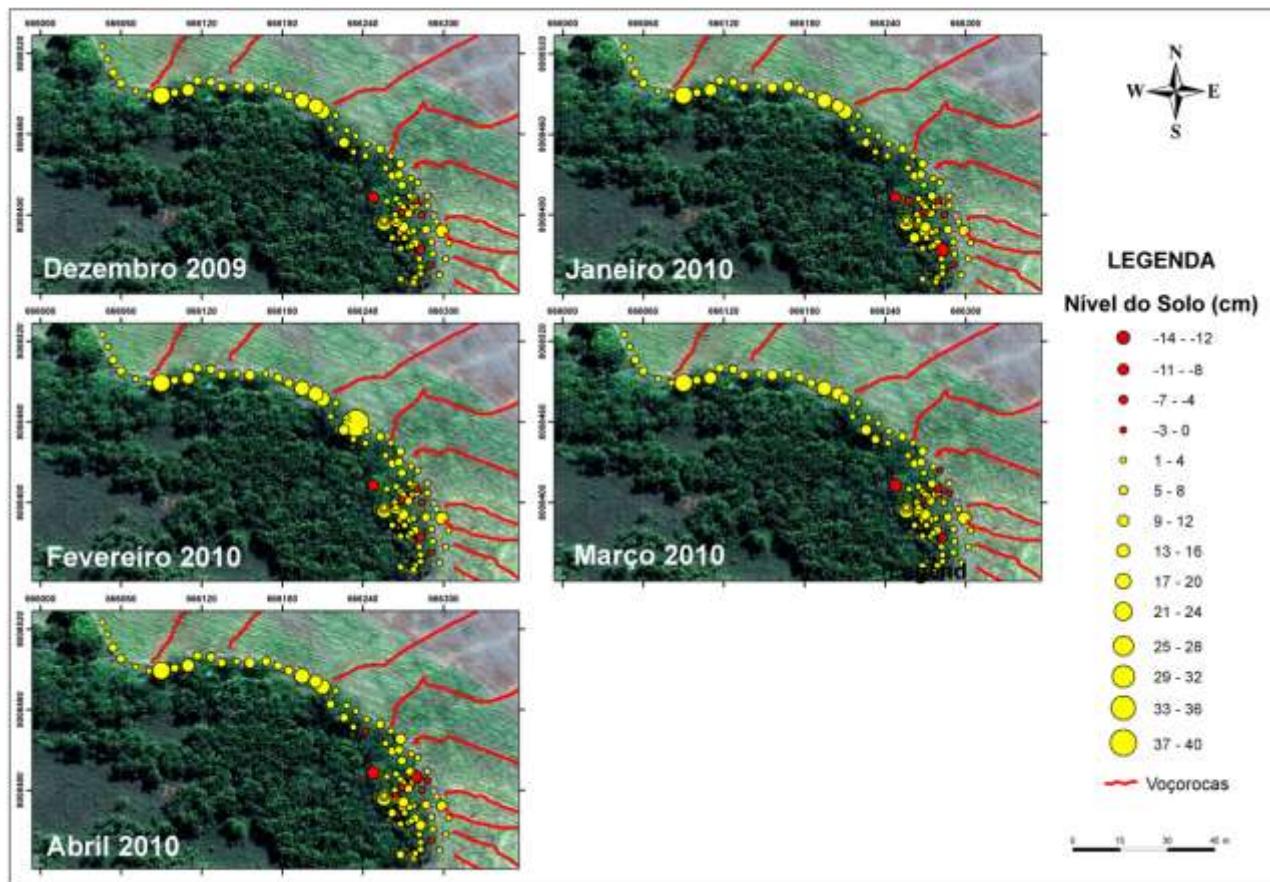


Figura 70 - Níveis de deposição e erosão no solo da zona ripária entre Dezembro de 2009 e Abril de 2010

De acordo com os dados levantados, observa-se a ocorrência de determinados pontos com valores muito discrepantes do restante (doravante chamados de outliers), valores acima de 12 cm. A inclusão destes pontos na análise geral mascara o comportamento da grande maioria dos pontos observados, pois grande parte das estacas registrou valores médios entre -2 a +12 cm. A retirada destes pontos discrepantes, numa segunda abordagem aumenta a sensibilidade da análise, na esperança de captar com maior refinamento as variações ocorridas entre os pontos no decorrer do período avaliado. Os mapas a seguir ilustram a mesma área, com as mesmas estacas, no mesmo período de estudo da abordagem anterior, porém sem participação dos valores discrepantes ou outliers.

Para este novo universo amostral, que considera os valores máximos até 12 cm, observa-se a ocorrência dos maiores valores de deposição no mês de Janeiro de 2009, com

uma pequena redução nos meses seguintes (Figura 71). Destaca-se também a concentração de valores mais elevados sempre na mesma região da zona ripária estudada. Também fica evidente a variação da localização da erosão ao longo dos seis meses observados.

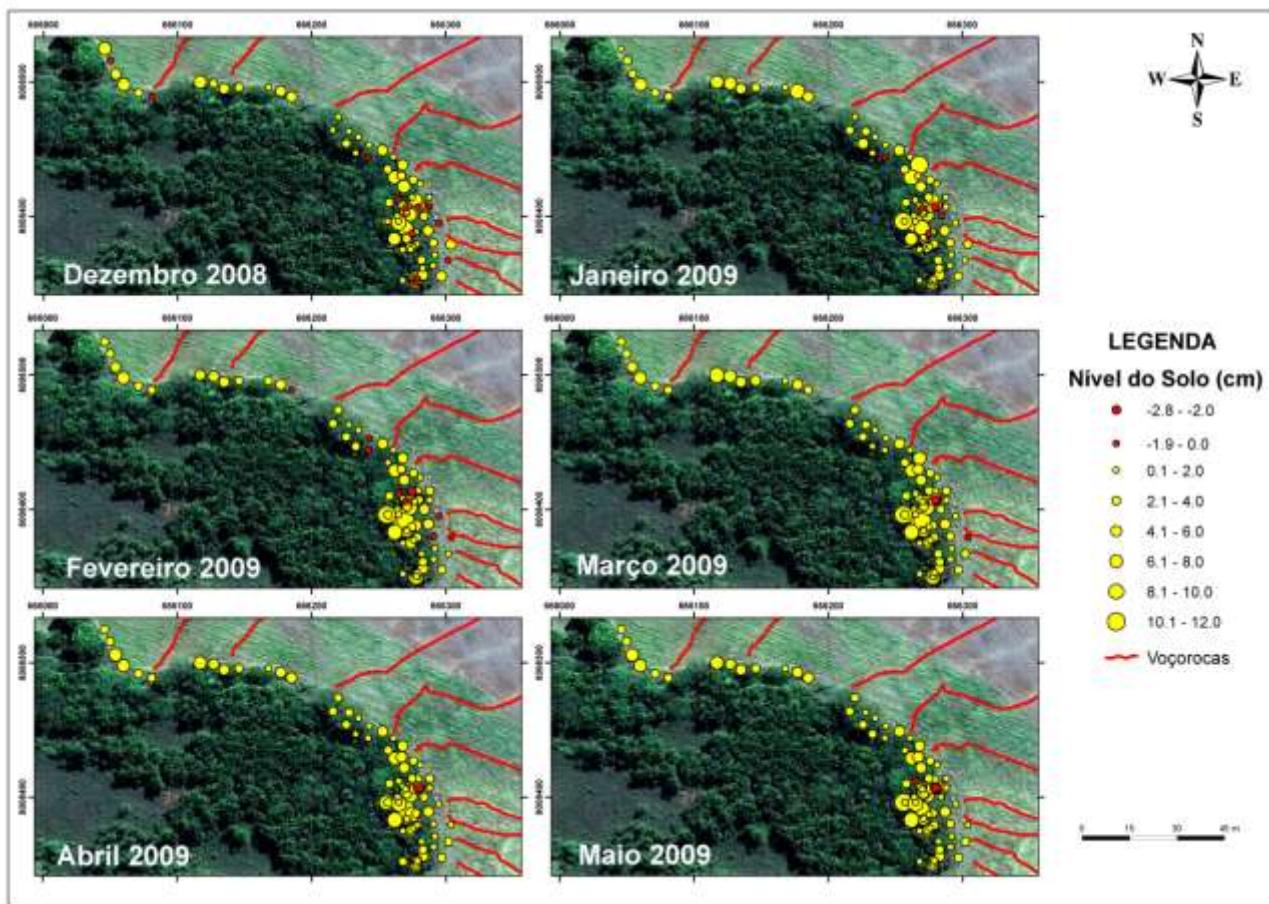


Figura 71 - Níveis de deposição e erosão no solo da zona ripária entre Dezembro de 2008 e Maio de 2009, sem a participação das estacas onde foram registrados valores discrepantes

Observa-se uma relativa uniformidade entre os valores de níveis de deposição e da posição dos pontos com erosão ao longo do período avaliado (Junho/2009 a Novembro/2009) (Figura 72).

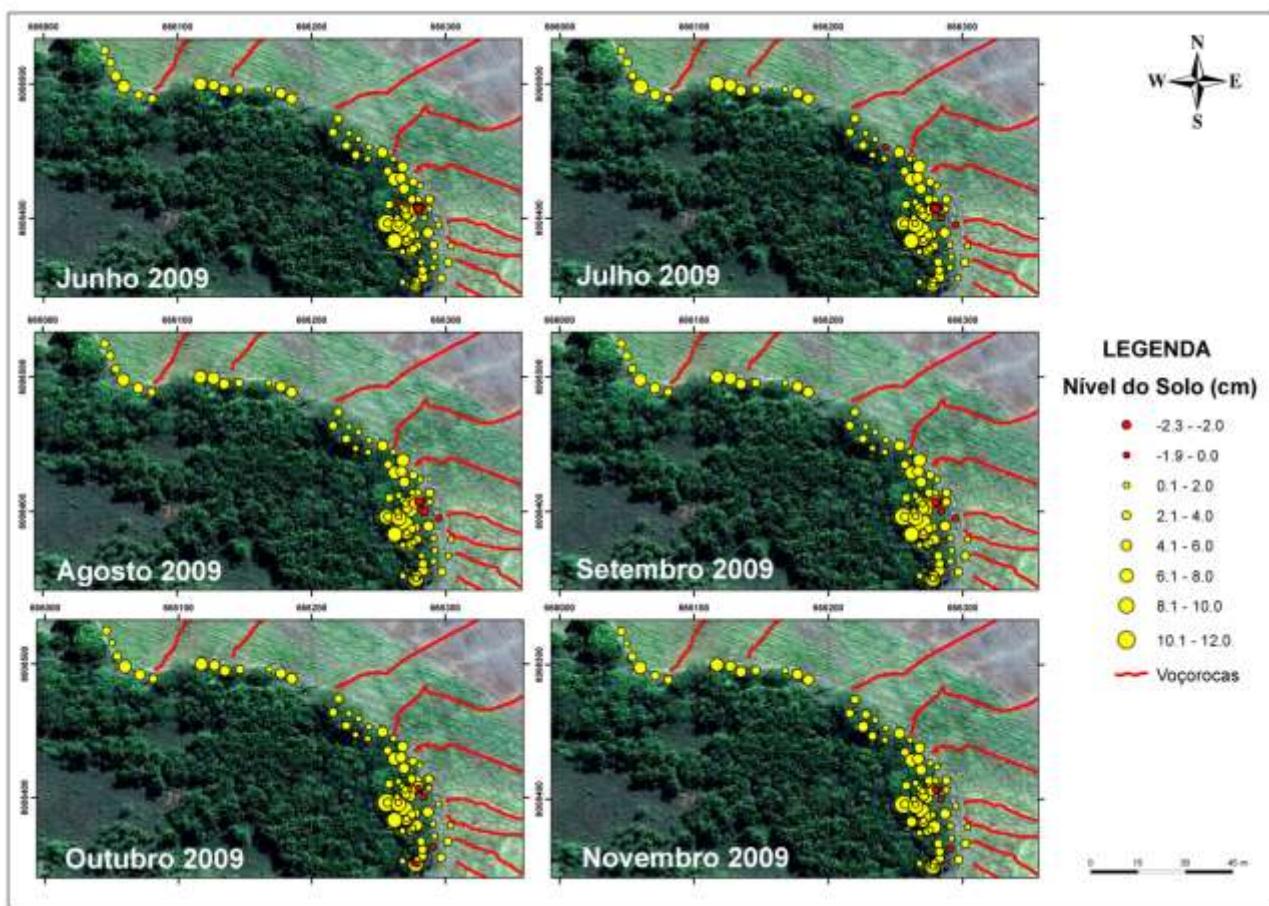


Figura 72 - Níveis de deposição e erosão no solo da zona ripária entre Junho de 2009 e Novembro de 2009, sem a participação das estacas onde foram registrados valores discrepantes

Entre os meses de Dezembro de 2009 e Abril de 2010 existe relativa homogeneidade ao longo do período analisado, porém a variabilidade entre os pontos/estacas ainda é grande. Dentre os meses analisados, destacam-se os níveis de solo registrados no mês de Janeiro de 2010, onde observa-se pontos de erosão de maior magnitude, que volta a se repetir no mês de Abril de 2010 (Figura 73).

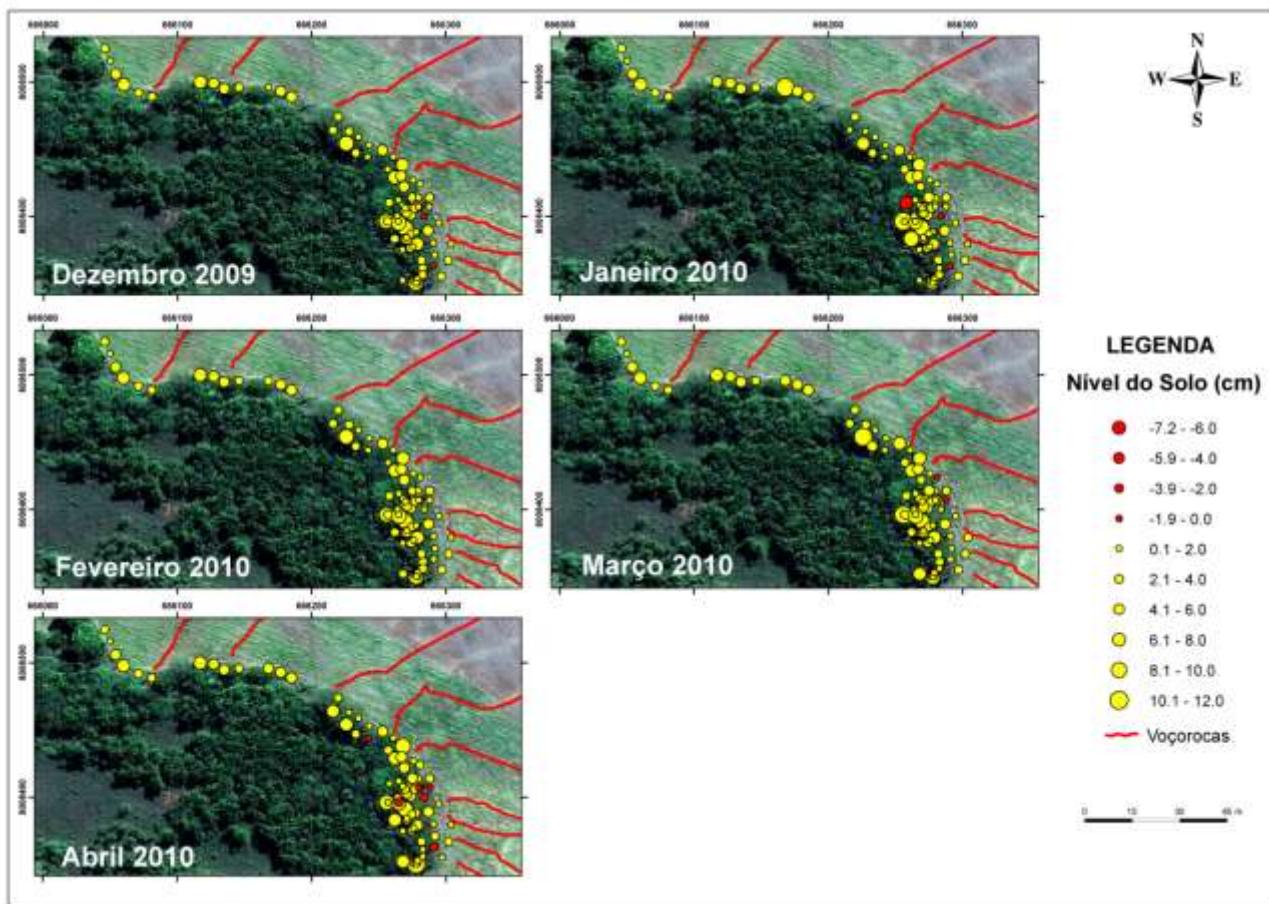


Figura 73 - Níveis de deposição e erosão no solo da zona ripária entre Dezembro de 2009 e Abril de 2010, sem a participação das estacas onde foram registrados valores discrepantes

Mesmo considerando valores entre -2 a +12 cm nota-se alta variabilidade entre os pontos amostrados ao longo de todo o período estudado, isto indica haver locais preferenciais de deposição de sedimentos e também locais preferenciais de erosão. Porém, como a variação ocorre também entre os meses, alterando a cada período estudado estes locais preferenciais de deposição, verifica-se que o nível do solo varia de acordo com a alteração do microrrelevo potencializado pela variação da competência de fluxos hídricos no arraste e aporte de partículas de solo.

2.3.2.5.1.3 Análise Estatística

Para corroborar as evidências apontadas pelo uso do SIG e mapeadas utilizando o programa computacional ArcGis (ESRI, 1997) foram realizadas análises estatísticas no sentido de avaliar quantitativamente os fenômenos observados.

Nessas análises, processadas através do programa computacional SAS (SAS Institute, 1999), o experimento foi caracterizado como um Delineamento Inteiramente Aleatorizado no esquema fatorial onde os fatores analisados foram Estaca, Posição e Mês. Foi efetuada a análise exploratória dos dados por tratamento (Estacas), e verificada a normalidade dos dados pelo teste de SHAPIRO-WILK (1965). Os dados originais necessitaram de transformação para atender à premissa da normalidade e a transformação por Box Cox foi a que se mostrou mais adequada.

Também foi realizada análise de variância pelo teste F, com comparação de médias pelo teste de Tukey, com 1% de probabilidade (Tabela 3). A partir dos valores de F, será apresentada a análise de variância (ANOVA) apenas para os parâmetros Posição e Mês, pois em relação a parâmetro Estaca será realizada análise de correlação de Pearson. Pois a diferença entre estacas já é prevista para o fator resposta Nível de Solo, sendo mais adequada a averiguação de seu comportamento em relação à precipitação.

A variabilidade do conjunto de dados, expressa pelo coeficiente de variação (CV%), foi verificada de acordo com os critérios de WARRICK & NIELSEN (1980), que indicam como sendo de baixa variabilidade coeficiente de variação inferior a 12%, de média variabilidade coeficiente de variação igual ou superior a 12% e inferior a 60%, e de alta variabilidade coeficiente de variação superior a 60%.

Os dados a seguir são apresentados de duas formas: i) considerando todo o conjunto de dados obtidos em todas as estacas e em todos os meses avaliados, conjunto este doravante chamado de “Com Outliers” e, ii) conjunto completo de dados subtraído dos dados considerados pelo programa SAS como valores extremos, que será denominado “Sem Outliers”.

Tabela 2 – Valores de F, coeficiente de variação (CV%) para o nível de solo nos dois conjuntos analisados

CAUSA DA VARIAÇÃO	NIVEL DE SOLO	
	Com Outliers	Sem Outliers
Estaca	< 0.001*	< 0.001*
Posicao	< 0.001*	< 0.001*
Mês	< 0.001*	< 0.001*
Posicao X Mês	0.3604 ns	0.0006
CV (%)	77.76	44.16

* significativo a 1%; ns= não significativo;

Considerando o conjunto total de dados, pelos valores de F observa-se que o modelo é significativo para as fontes de variação: i) estaca, ii) posição e iii) mês, porém tal significância não foi obsevada na interação dos efeitos posição x mês (para $\alpha = 0,01$). A ANOVA (análise de variância) comprova que este conjunto de dados possui uma alta variabilidade, dada pelo coeficiente de variação de 77.76% (WARRICK & NIELSEN, 1980).

Entretanto, quando retiramos os valores extremos do conjunto total de dados, observamos a redução do coeficiente de variação para 44.16, saindo do patamar de alta para média variabilidade. Alcançando assim o objetivo de aumentar a sensibilidade da análise, tanto que a partir daí passa-se a observar a interação positiva entre os fatores Posição e Mês. O fator Mês aqui, representa a variação causada pela precipitação, entretanto a precipitação não pode ser avaliada como um fator, pois não é um tratamento eletivo e sim uma covariável, que será analisada oportunamente pela correlação de Pearson.

O Quadro 5 apresenta o teste de médias (Tukey) no qual estão relacionadas as diferentes posições nas quais se distribuem as estacas (nos arcos concêntricos da borda e interior da mata ciliar: A1= Arco1, A2= Arco2, A3=Arco3 e, nos grupos de estacas do interior da mata ciliar: G60=Grupo de estacas número 60 a 69, G70=Grupo 70 de estacas número 70 a 79 e G80= Grupo 80 de estacas número 80 a 100). Nesta análise também foram comparados tanto o conjunto completo de dados (Com Outliers) quanto o conjunto reduzido (Sem Outliers).

POSICAO	Médias		Agrupamento	
	C.O.	S.O.	C.O.	S.O.
A1	6,68	6,20	A	A
G80	6,23	5,15	A	B
G70	4,92	4,92	B	B
G60	3,38	3,38	C	C
A2	3,21	2,64	C	D
A3	3,12	2,31	C	D

C.O. = Com Outliers

S.O. = Sem Outliers

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,01$).

Quadro 5 - Valores médios de nível do solo (teste com letras) de acordo com a posição

Em relação à posição, observa-se agrupamentos entre as posições A1 e G80 e, G60, A2 e A3 no conjunto completo. Quando retiramos os outliers da análise verificamos o aumento na diversificação de classes de diferenciação, melhorando assim a sensibilidade da análise.

No conjunto completo, o teste de Tukey revela que as médias são maiores e semelhantes no Arco1 e no G80. Nessas posições, encontramos maior deposição de sedimentos devido a: i) Arco 1 - estar situado na borda da mata, funcionando como o primeiro freio, onde ocorre a primeira interrupção na velocidade da enxurrada em função da cobertura vegetal ali presente e, estar sofrendo influência imediata das voçorocas efêmeras; ii) G80 – estacas dispostas ao redor de uma espécie arbórea de raiz tabular (*Ficus insipida*) que como evidenciado pela figura 66 intercepta grande parte dos sedimentos transportados.

No conjunto Sem Outliers, reduziu-se significativamente a média das estacas no G80, levando-o a assemelhar-se ao G70 e houve uma diferenciação das posições A2 e A3 em relação ao G60. Tal comportamento de médias reflete que os valores mais discrepantes ocorreram no G80 e em A2 e A3, pois quando retirados do conjunto estes valores provocaram forte alteração nas médias. Nestas posições foram verificadas as maiores variabilidades na sedimentação.

Também se depreende desta análise que os menores aportes de sedimentos ocorreram nos Arco 2 e 3, provavelmente pelo fato da maior interceptação de sedimentos já ter ocorrido previamente no Arco1. O G60 e G70 apresentam médias maiores que A2 e A3,

pois estão situados numa área plana à jusante da quebra de relevo em direção ao interior da mata ciliar. Na quebra de relevo, onde a declividade é maior o fluxo hídrico ganha competência pela aceleração da velocidade, e assim maior capacidade de transporte, encontrando logo a seguir condições de relevo plano propício à deposição (G60 e G70).

A análise estatística descritiva (ANEXO A1) também foi aplicada aos dados no intuito de conhecer o universo amostral dos dados em função de sua amplitude e valores representativos da amostragem. O Quadro 6 apresenta as estacas onde predominam a deposição ou a erosão durante todo o período de avaliação (Dezembro de 2008 a Abril de 2010).

ESTACAS COM > DEPOSIÇÃO		ESTACAS COM > EROSÃO	
Est8	26,50	Est54	-12,20
Est9	27,10	Est90	-8,60
Est14	36,50	Est91	-7,20
Est17	19,60	Est92	-14,00
Est18	23,20		
Est19	19,80		
Est28	16,00		
Est29	16,50		
Est30	21,00		
Est32	33,50		
Est33	37,00		
Est40	32,70		
Est54	27,70		
Est60	21,50		
Est73	19,50		
Est91	33,50		
Est92	25,50		
Est93	27,50		
Est94	34,00		
Est95	18,40		

Quadro 6 - Distribuição da deposição de sedimentos e da erosão em relação às estacas

Em se tratando de valores absolutos do nível do solo registrado pelas estacas, em alguns pontos pode-se observar valores expressivos como os da Estaca 33 com mais de 37 cm de sedimentos retidos no ponto, no mês de Abril de 2009.

A análise estatística descritiva permitiu concluir que 30% das estacas possuíam coeficiente de variação considerado alto ($> 60\%$), 58% apresentavam C.V médio e 12%

apresentavam C.V. considerado baixo de acordo com os critérios de WARRICK & NIELSEN (1980). O Quadro 7 abaixo apresenta as estacas com maior e menor variabilidade (C.V.), além das estacas com coeficiente de variabilidade médio.

C.V. (%)		
BAIXO	MÉDIO	ALTO
4	1	3
12	2	5
17	7	6
25	10	8
30	11	9
42	15	13
73	16	14
74	18	22
82	19	32
85	20	33
95	21	37
96	23	40
	24	41
	26	43
	27	48
	28	54
	29	55
	30	59
	31	60
	34	64
	35	68
	36	77
	38	79
	39	86
	44	90
	45	91
	46	92
	47	93
	49	94

C.V. (%)		
BAIXO	MÉDIO	ALTO
	50	
	51	
	52	
	53	
	56	
	57	
	58	
	61	
	62	
	63	
	66	
	67	
	69	
	70	
	71	
	72	
	75	
	76	
	78	
	80	
	81	
	83	
	84	
	87	
	88	
	89	
	97	
	98	
	99	
	100	

Quadro 7 - Estacas distribuídas de acordo com as classes abaixo, média ou alta de coeficiente de variação (C.V.).

Estes dados também salientam outro aspecto interessante quanto à amplitude de variação da espessura das camadas de sedimentos. Sendo que as maiores variações

ocorreram nas estacas 5,8, 9, 14, 22 , 54, 90, 91, 92, e 93, com valores que variam desde 37 cm até -12 cm de deposição num mesmo ano.

2.3.2.5.2 Dinâmica da Sedimentação X Precipitação

A erosão está diretamente relacionada às características da precipitação como volume e intensidade (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990), dessa forma a produção e deposição de sedimentos derivados do processo erosivo também se relaciona positivamente com a precipitação. Os volumes de precipitação acumulados por mês, durante o período analisado foram relacionados com os níveis médios e medianos do nível do solo na zona ripária (Figura 74). A média dos dados apresenta valores bem mais altos devido à ocorrência de valores extremos de deposição em determinados pontos. Já a mediana desconsidera tais valores e reflete o comportamento da maior parcela dos dados observados.

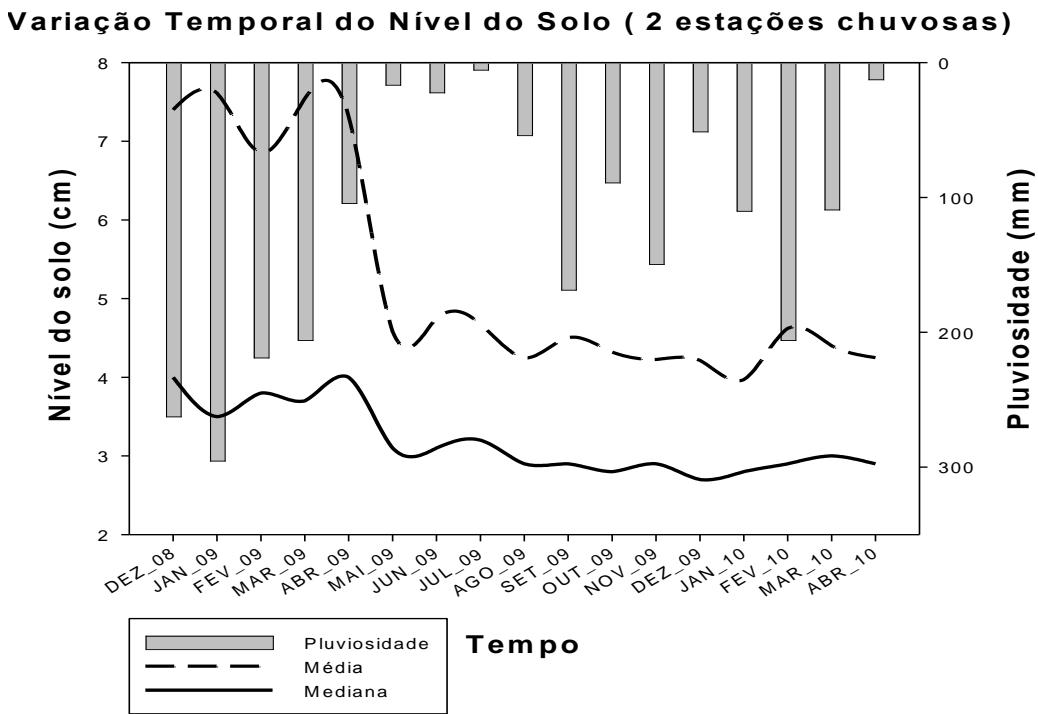


Figura 74 - Variação da média e mediana das estacas (1 a 100) de Dezembro de 2008 a Abril de 2010, em relação à precipitação mensal acumulada

Nota-se que na análise da variação do nível do solo em função da precipitação mensal acumulada existe uma forte tendência de maior acúmulo de sedimentos no período que vai de Dezembro de 2008 a Abril de 2009. Seguido por forte erosão entre Abril e Junho de 2009,

a partir de quando passa a haver uma estabilização do nível do solo, com evidência de leve erosão de forma geral na área de estudo. O segundo período chuvoso que se inicia em Setembro de 2009 e vai até Março de 2010 favorece a erosão, porém a partir do mês de Dezembro de 2009 a sedimentação passa a predominar novamente na zona ripária numa intensidade bem menor do que no primeiro período chuvoso.

Além dos totais mensais acumulados de precipitação foram considerados também os eventos extremos, ou as chuvas com intensidade $> 25\text{mm.h}^{-1}$. Pois segundo SILVA (2004), tais eventos repondem por uma importante parcela do solo erodido e do sedimento transportado e depositado. A distribuição e magnitude das chuvas intensas ($> 25\text{mm.h}^{-1}$) ocorridas no período de estudo foram relacionadas abaixo (Figura 75).

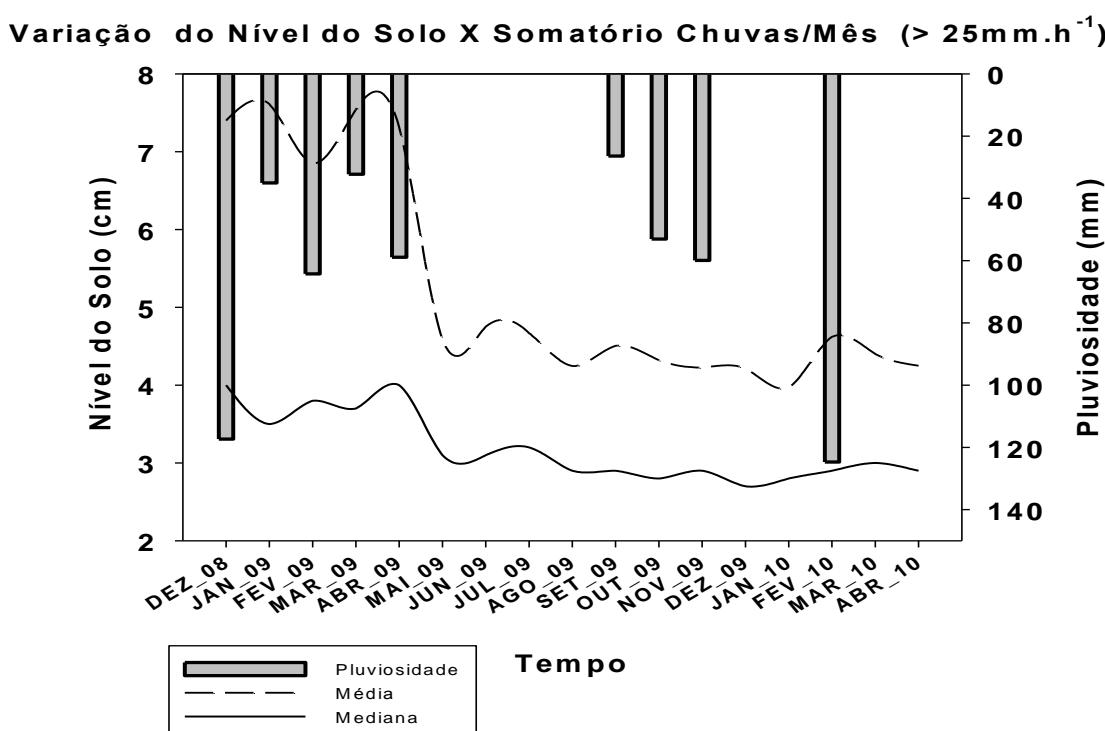


Figura 75 - Variação da média e mediana das estacas (1 a 100) de Dezembro de 2008 a Abril de 2010, em relação aos eventos chuvosos de alta intensidade

Quando consideramos os eventos chuvosos de alta intensidade ao invés dos totais mensais acumulados podemos perceber com maior clareza o efeito das chuvas intensas no nível de sedimentação. Pois desta forma nota-se que os picos de chuvas coincidem com os picos de deposição de forma bem mais consistente do que na análise anterior, que

considerou apenas os totais mensais acumulados. Porém a tendência geral permanece a mesma, com valores mais expressivos ocorrendo de Dezembro de 2008 a Abril de 2009 seguido por forte erosão entre Abril e Junho de 2009, e leve aumento nos níveis entre Setembro de 2009 e Março de 2010. A tendência de erosão observada após o mês de Abril de 2009 remete à ocorrência de um evento chuvoso de grandes proporções, com precipitação de 58,9 mm em uma hora, que causou grande mobilização de solo. É nítida a influência do pico de chuva ocorrido no mês de Fevereiro de 2010 que elevou substancialmente o nível do solo em todas as estacas observadas.

A análise estatística através do teste de comparação de médias (teste de Tukey) reforça a relação positiva do aumento do nível do solo em resposta aos meses mais chuvosos (tanto volume total como intensidade).

Considerando o conjunto completo “Com Outliers” o teste de Tukey separou os níveis de solo em dois conjuntos diferentes entre si, de acordo com as médias observadas (Quadro 8). O conjunto A onde se encontram os valores mais elevados remete aos meses entre Dezembro de 2008 a Abril de 2009, justamente o período ilustrado na Figura 79 que registrou os maiores volumes de chuva. Essa análise corrobora as conclusões obtidas a partir dos gráficos de que o primeiro período chuvoso observado resultou nos maiores níveis de sedimentação na zona ripária. Sendo que a partir de Maio de 2009 até Fevereiro de 2010 a erosão passa a predominar de forma geral na área estudada. Os níveis do solo voltam a subir levemente a partir de Março de 2010, indicando retomada do predomínio da sedimentação na zona ripária a partir deste mês.

MÊS	Médias		Agrupamento	
	C.O.	S.O.	C.O.	S.O.
JANEIRO 2009	7,61	5,95	A	A
MARÇO 2009	7,54	5,84	A	A B
DEZEMBRO 2008	7,40	5,67	A	A B
ABRIL 2009	7,39	5,59	A	A B
FEVEREIRO 2009	6,85	5,10	A	B C
JUNHO 2009	4,75	4,75	B	C D
JULHO 2009	4,67	4,67	B	C D E
FEVEREIRO 2010	4,62	4,59	B	C D E
MAIO 2009	4,59	4,51	B	C D E
SETEMBRO 2009	4,51	4,40	B	C D E
MARÇO 2010	4,40	4,32	B	D E
OUTUBRO 2009	4,32	4,29	B	D E
ABRIL 2010	4,25	4,25	B	D E
AGOSTO 2009	4,24	4,24	B	D E
NOVEMBRO 2009	4,23	4,23	B	D E
DEZEMBRO 2009	4,21	4,21	B	D E
JANEIRO 2010	3,97	3,97	B	E

C.O. = Com Outliers, S.O. = Sem Outliers

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey ($\alpha = 0.01$).

Quadro 8 - Valores médios de nível do solo (teste com as letras) de acordo com os meses

A retirada dos outliers do conjunto reduziu a média do nível do solo em todos os meses avaliados e separou as médias num maior número de agrupamentos, ou seja, captou com mais eficácia as diferenciações entre os registros de valores nas estacas ao longo período de estudo. Esta análise apontou o mês de Janeiro de 2009 como o período onde a precipitação afetou a grande maioria das estacas analisadas, ou seja, as chuvas precipitadas neste mês provocaram uma sedimentação generalizada na zona ripária.

Esta análise também permitiu encontrar diferenças mais sutis na deposição de sedimentos entre os meses da estação seca e do segundo período chuvoso. Aponta também que os meses de Maio, Julho, Setembro de 2009 e Fevereiro de 2010 possuem médias semelhantes. Esse comportamento adverso onde a deposição no período de “seca” assemelha-se à observada no meio do período chuvoso ocorreu provavelmente pelo fato

deste período de “seca” ter sido atípico, com volumes totais mensais acima das médias históricas. Observa-se também a confirmação quantitativa da tendência de erosão entre os meses de Outubro de 2009 a Abril de 2010, sendo que no mês de Janeiro de 2010 a erosão foi significativa.

Essa tendência é decorrente da interação de dois fatores: i) maiores volumes e intensidades de precipitação no primeiro período chuvoso, que vai de Outubro de 2008 a Abril de 2009; ii) implantação de pastagem, resultando num solo sem cobertura vegetal suficiente para protegê-lo do impacto das gotas de chuva. Esta configuração que combinou precipitações intensas sobre solo desprotegido resultou numa intensa sedimentação. Sendo que a partir da redução das precipitações e ampliação da cobertura pela pastagem, observou-se uma tendência de diminuição dos níveis de sedimentação.

No intuito de dimensionar a influência da precipitação na erosão e/ou sedimentação procedeu-se à análise da correlação de Pearson para Precipitação x Nível do Solo em cada estaca (Quadro 9). As correlações positivas refletem a sedimentação (quanto maior a precipitação, maior o nível do solo) e as correlações negativas refletem a erosão. Para a análise das correlações também foram considerados os dois conjuntos de dados, “Com Outliers” e “Sem Outliers”.

CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEL DO SOLO E PRECIPITAÇÃO								
ESTACA	R-square		ESTACA	R-square		ESTACA	R-square	
	C.O.	S.O.		C.O.	S.O.		C.O.	S.O.
1	0,25	0,25	34	0,02	0,02	68	0,02	0,02
2	-0,39	-0,39	35	0,00	0,00	69	0,01	0,01
3	0,13	0,13	36	0,08	0,08	70	0,05	0,05
4	0,01	0,01	37	0,00	0,00	71	0,00	0,00
5	-0,14	-0,14	38	-0,19	-0,19	72	0,15	0,15
6	0,02	0,02	39	0,07	0,07	73	0,32	0,32
7	0,02	0,02	40	0,45	-0,03	74	-0,01	-0,01
8	0,46	0,46	41	0,12	0,12	75	-0,18	-0,18
9	0,43	0,43	42	0,02	0,02	76	-0,20	-0,20
10	0,24	0,24	43	-0,12	-0,12	77	-0,10	-0,10
11	-0,20	-0,20	44	0,15	0,15	78	0,23	0,23
12	0,00	0,00	45	-0,37	-0,37	79	0,31	0,31
13	-0,04	-0,04	46	0,25	0,25	80	-0,02	-0,02
14	0,06	0,06	47	0,08	0,08	81	-0,10	-0,10
15	0,23	0,23	48	-0,18	-0,18	82	-0,04	-0,04
16	-0,22	-0,22	49	-0,14	-0,14	83	0,05	0,05
17	0,00	0,00	50	0,00	0,00	84	-0,03	-0,03
18	0,39	0,39	51	-0,12	-0,12	85	0,02	0,02
19	-0,20	-0,20	52	0,07	0,07	86	-0,46	-0,46
20	-0,08	-0,08	53	0,12	0,12	87	-0,60	-0,60
21	0,27	0,27	54	0,32	-0,30	88	0,00	0,00
22	0,00	0,00	55	-0,06	-0,06	89	-0,02	-0,02
23	-0,03	-0,03	56	-0,02	-0,02	90	0,14	0,14
24	0,08	0,08	57	0,00	0,00	91	0,43	0,32
25	0,00	0,00	58	0,07	0,07	92	0,37	-0,07
26	-0,15	-0,15	59	0,00	0,00	93	0,52	0,01
27	0,14	0,14	60	0,38	0,38	94	0,46	0,00
28	0,15	0,15	61	0,37	0,37	95	-0,02	-0,02
29	0,02	0,02	62	-0,19	-0,19	96	-0,10	-0,10
30	-0,15	-0,15	63	-0,42	-0,42	97	0,37	0,37
31	-0,15	-0,15	64	-0,07	-0,07	98	-0,12	-0,12
32	0,43	0,00	66	0,19	0,19	99	0,00	0,00
33	0,41	-0,17	67	0,20	0,20	100	0,01	0,01

Quadro 9 - Valores médios de nível do solo (teste com as letras) de acordo com os meses

A partir dos valores de R^2 pode-se averiguar quão forte é a influência da precipitação na sedimentação ou na erosão para todas as estacas analisadas durante o estudo na zona ripária. Apesar dos valores de R^2 serem considerados baixos ($< 0,50$), como o estudo foi conduzido em campo sem o controle total das variáveis que podiam afetar o nível do solo (microrrelevo, voçorocas efêmeras, sistema radicular da vegetação), a correlação observada passa a ser importante, pois reflete a resposta de cada estaca frente à precipitação que é a mesma em toda a zona ripária. A comparação entre os conjuntos “Com Outliers” e “Sem Outliers” fornece uma informação importante quanto ao efeito localizado de determinada feição sobre o nível do solo, como ocorrência de voçorocas efêmeras próximas às estacas 14, 32, 33, 40 e 54 e também pela presença da espécie arbórea de raiz tabular (*Ficus insipida*) que interfere intensamente na sedimentação nas estacas 91 a 94.

2.3.2.5.3 Dinâmica da Sedimentação X Voçorocas efêmeras

Além da contribuição da precipitação na dinâmica da sedimentação há que se levar em conta ainda as feições particulares da área, representadas pelas voçorocas efêmeras. O cruzamento dos dados quantitativos de espessura dos depósitos com a posição das voçorocas georreferenciados confirmaram a forte contribuição das voçorocas efêmeras no aporte de sedimentos na zona ripária (Figuras 76, 77 e 78). Tais figuras a seguir representam graficamente as médias da estacas nas duas estações chuvosas analisadas e também na estação seca intermediária, em relação às voçorocas efêmeras.

A Figura 76 evidencia maiores aportes de sedimentos em três diferentes regiões da zona ripária. Nestes pontos, as estacas registraram depósitos de sedimentos em torno de 30 cm de altura. As estacas que registraram os maiores valores de nível do solo neste primeiro período chuvoso foram: 8,9,17,18,30,32,33,40,54,60,73,91,92,93 e 94. Tais estacas representadas pelos círculos maiores estão localizadas à jusante das voçorocas efêmeras, conforme mostrado na figura abaixo. Sendo que a maior deposição ocorreu na estaca 33 no mês de Abril, onde foi registrado o valor de 37 cm de acúmulo de sedimentos.

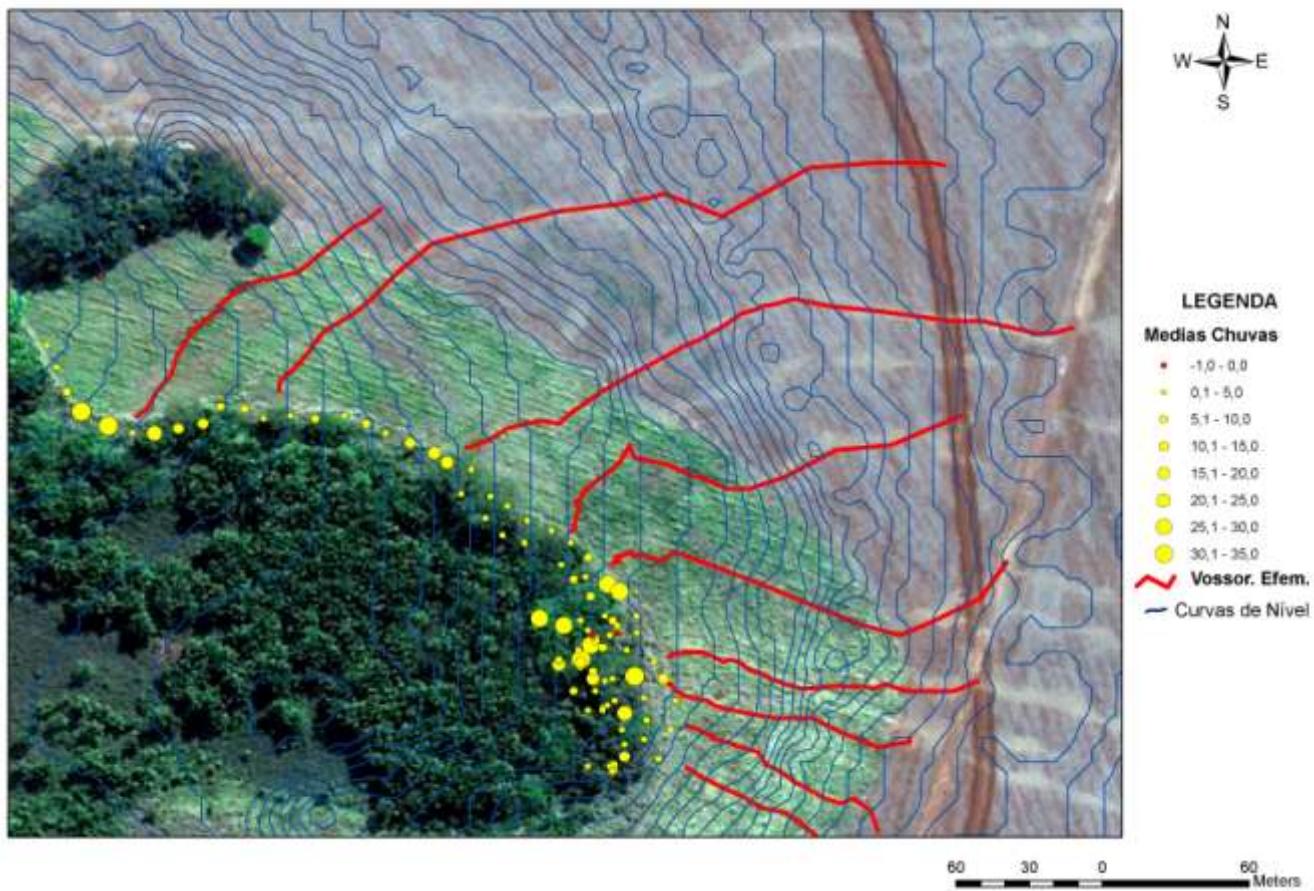


Figura 76 - Médias de Nível do Solo nas estacas 1 a 100, no primeiro período chuvoso (Dezembro de 2008 a Maio de 2009), em relação às voçorocas efêmeras

Neste período também houve registro de erosão em algumas estacas: 5,42,55 e 90, sendo que a estaca 90 foi onde houve maior erosão (-7,5 cm) e a estaca 42 registrou erosão durante todo o período analisado. Todas estas estacas estão muito próximas das voçorocas efêmeras discriminadas no mapa.

A Figura 77 apresenta as posições das voçorocas e os valores das estacas no período de “seca”. Entretanto, observa-se ainda valores altos (acima de 20 cm) de sedimentação entre as estacas 17 a 30, do primeiro arco – A1, sendo que na estaca 30 foram registrados os maiores valores (~ 20 cm) durante todo o período de seca analisado.

Valores de erosão também foram registrados neste período, nas estacas 42 (em torno de -2cm, durante todo o período de seca) e na estaca 54 que registrou valores de erosão em torno de -3 cm, neste período de seca.

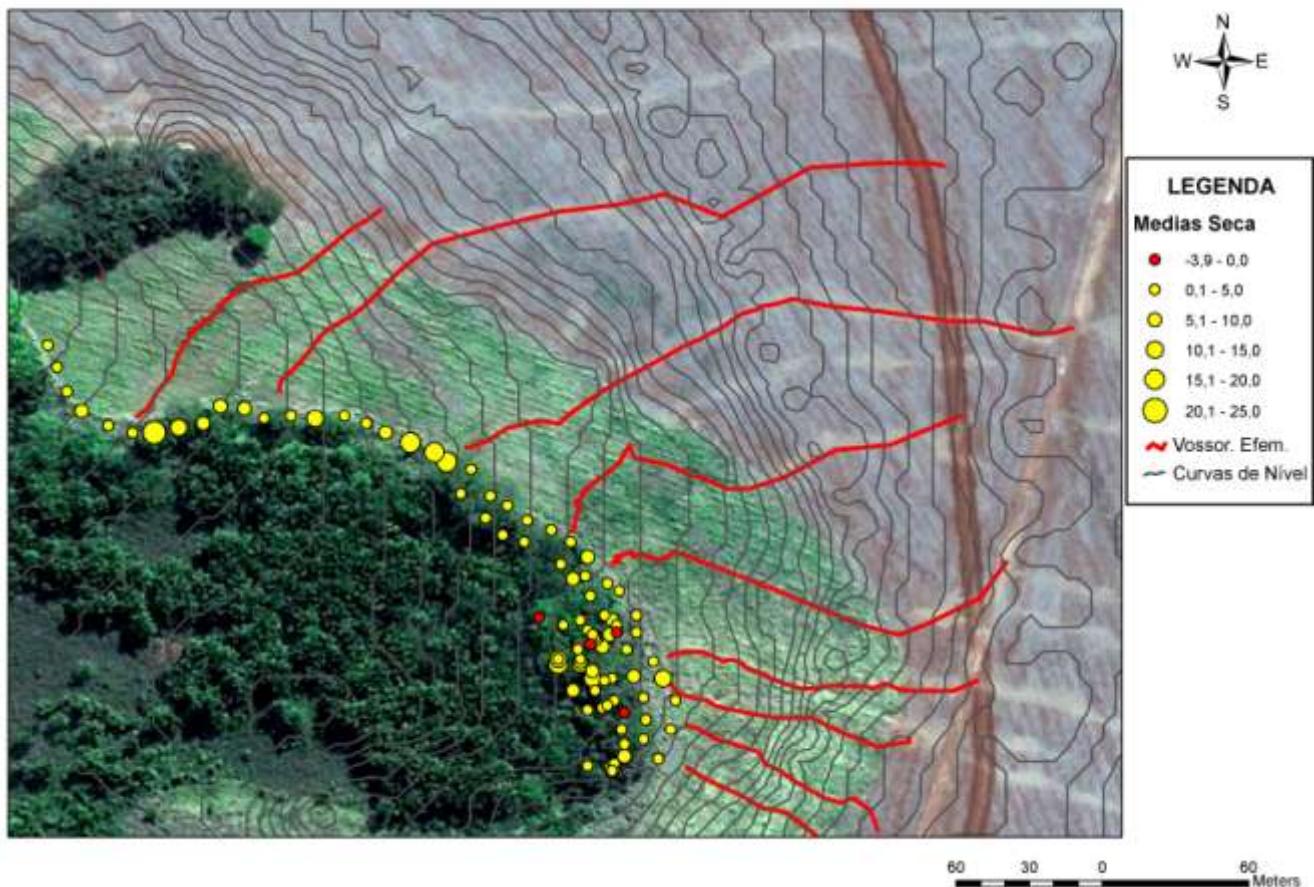


Figura 77 - Médias de Nível do Solo nas estacas 1 a 100, no período seco (Junho de 2009 a Novembro de 2009), em relação às voçorocas efêmeras

Os valores observados no período de seca que vai de Junho de 2009 a Novembro de 2009 não apresentam relação direta com as voçorocas efêmeras, com exceção dos pontos acima de 20 cm de deposição, estacas 17 a 30. Entretanto, mesmo sendo um período de menor precipitação, a proporção de estacas com registros de erosão aumentou.

A Figura 78 mostra os valores médios nas estacas para o segundo período chuvoso e, apesar dos valores absolutos de níveis do solo serem menores do que no primeiro período de chuva analisado, ainda assim observa-se valores de deposição acima de 20 cm e, em locais adjacentes às voçorocas efêmeras, comprovando assim a relevante participação destes canais de fluxo concentrado no aporte de sedimentos.

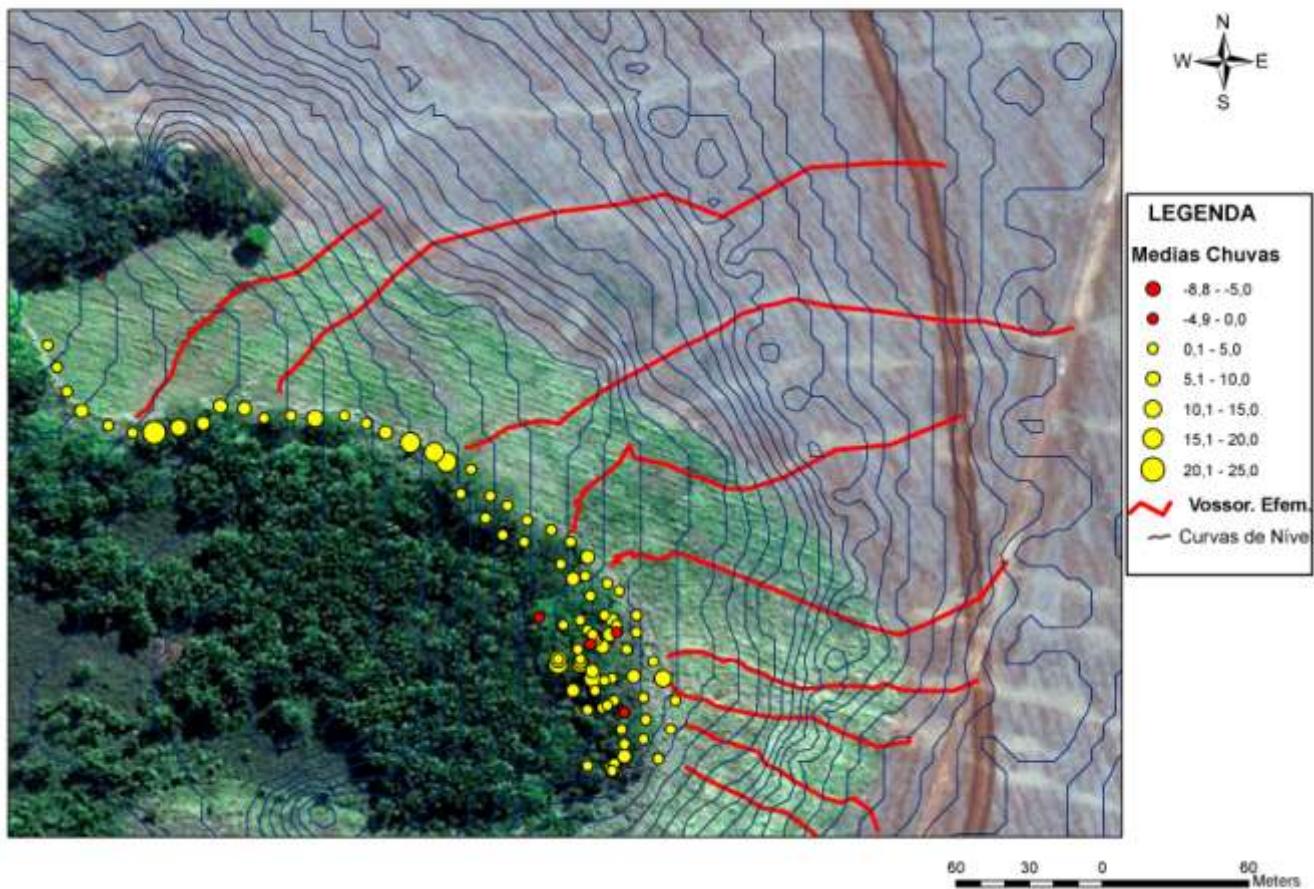


Figura 78 - Médias de Nível do Solo nas estacas 1 a 100, no segundo período chuvoso (Dezembro de 2009 a Abril de 2010), em relação às voçorocas efêmeras

Neste segundo período de chuva, foi observado um aumento no número de estacas que registraram erosão e também na magnitude dos valores de erosão registrados, com valores de - 14 cm. Os pontos de erosão se concentraram no interior da mata ciliar, nas estacas 90, 91, 92 e 93 próximas à espécie arbórea de raiz tabular (*Ficus insipida*).

A alta variabilidade na deposição dos sedimentos da zona ripária da Fazenda Ponte Nova foi confirmada pelos estudos realizados na mesma área utilizando a metodologia do Cs¹³⁷ (SANTOS, 2007). Esse comportamento se deve à ocorrência de fluxo turbulento desencadeado pelo acréscimo de energia cinética gerado pela componente gravitacional. Nas voçorocas efêmeras mapeadas na área de contribuição observa-se um acréscimo de declividade relevante no aumento da energia de enxurrada.

Os resultados preliminares obtidos revelam que grande parte dos sedimentos carreados encosta abaixo durante os eventos chuvosos está sendo retida pela vegetação da zona ripária, da mesma forma que o observado nos estudos de Zaires et.al (2006). Espessos depósitos de sedimentos foram encontrados tanto no interior da mata ciliar quanto na sua borda.

Os dados refletiram alta variabilidade na espessura dos depósitos, tanto espacial quanto temporalmente. Sendo que foram observados pontos de erosão com até -14 cm e pontos com sedimentação máxima de 37 cm. Tais valores absolutos contrastam com os valores obtidos nos estudos de Levin et al.(2008), onde a magnitude de erosão não ultrapassou $-0,4 \text{ cm.ano}^{-1}$ e da sedimentação foi de 30 cm.ano^{-1} , considerando que o ambiente estudado era desértico, sujeito à erosão eólica e o substrato composto por areia de duna.

A magnitude dos valores encontrados na zona ripária estudada também diverge consideravelmente dos obtidos em estudos sobre perdas de solo, devido à erosão em sulcos e voçorocas realizados numa região semi-árida da Espanha (DESIR; MARIN, 2007). Estes pesquisadores observaram perdas de solo da ordem de 0,10 cm durante uma estação chuvosa (Setembro 2004 a Fevereiro 2005). Sendo que na zona ripária estudada observamos pontos que chegaram a apresentar 30,4 cm de perda de solo num período de 30 dias, na estaca 32 entre os meses de Abril e Maio de 2009.

2.3.3 Mata ciliar e datação dos sedimentos

2.3.3.1 Levantamento Fitossociológico

No total foram amostrados 89 indivíduos, pertencentes a 11 famílias e 11 espécies arbóreo-arbustivas (Tabela 3). Os indivíduos mortos representaram 4,5% do número total. Das 11 espécies encontradas apenas duas foram determinadas apenas ao nível de gênero, que são *Nectandra* sp. (Lauraceae) e *Cestrum* sp. (Solanaceae).

Tabela 3 - Lista das famílias e espécies vegetais ocorrentes na Zona Ripária da Fazenda Ponte Nova, Goiatuba, Goiás

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec. Sinon.	Embaúba
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart.	Angico-branco
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	Canela
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá
Meliaceae	<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Marinheiro
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Figueira-do-brejo
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Pimenta-de-Macaco
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Maminha-de-porca
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.	-
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba

Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com Circunferência a Altura do Peito (CAP) ≥ 15 , sendo que cada indivíduo recebeu uma numeração seqüencial. Tais indivíduos arbóreos encontram-se distribuídos em 10 quadrantes com dimensões de 10m X 10m (Figura 79).

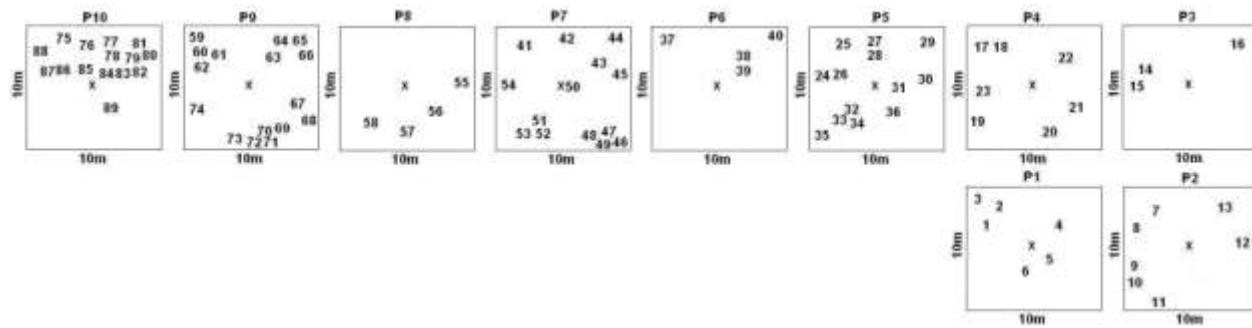


Figura 79 - Distribuição das parcelas na zona ripária da Fazenda Ponte Nova – GO

As espécies amostradas foram enquadradas nos parâmetros fitossociológicos onde o valor de importância (VI) das espécies mais abundantes é: *Albizia niopoides* (angico-branco), a espécie com VI mais alto (30,1% do total) exibiu a maior frequência e densidade, estando representada em 90% das parcelas. A segunda espécie mais importante foi *Ficus insipida*

(figueira), que apesar da baixa densidade e freqüência, apresentou a segunda maior dominância relativa, representando 15,1% do VI total. *Guarea guidonea* (marinheiro) foi a espécie com a segunda maior densidade e freqüência, apresentando o terceiro maior VI (14,8% do total). A quarta espécie com maior VI foi *Cariniana estrellensis* (jequitibá), com 13,6% do total. Essas quatro espécies juntas representam 67,4% do total de indivíduos e 73,6% do VI total e são as espécies mais importantes e abundantes na faixa marginal da Mata Ciliar da Fazenda Ponte Nova (Tabela 4).

Tabela 4 - Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas-arbustivas amostradas na Mata Ciliar da Fazenda Ponte Nova, Goiatuba, Goiás

Espécie	AB(m ²)	P	DA	DR	DoR	FA	FR	VC	VI
<i>Albizia niopoides</i>	77,2	9	25	28,09	37,90	90	24	65,99	90,32
<i>Ficus insipida</i>	64,3	3	5	5,618	31,55	30	8,1	37,17	45,28
<i>Guarea guidonea</i>	13,0	7	17	19,1	6,395	70	19	25,5	44,42
<i>Cariniana estrellensis</i>	31,7	4	13	14,61	15,55	40	11	30,16	40,97
<i>Cecropia pachystachya</i>	9,68	5	13	14,61	4,751	50	14	19,36	32,87
Morto	3,12	3	4	4,494	1,531	30	8,1	6,026	14,13
<i>Piper aduncum</i>	2,67	1	7	7,865	1,313	10	2,7	9,179	11,88
<i>Nectandra</i> SP.	0,70	1	1	1,124	0,344	10	2,7	1,468	4,171
<i>Psidium guajava</i>	0,53	1	1	1,124	0,262	10	2,7	1,386	4,089
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,45	1	1	1,124	0,225	10	2,7	1,349	4,052
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,24	1	1	1,124	0,122	10	2,7	1,246	3,949
<i>Cestrum</i> sp.	0,11	1	1	1,124	0,056	10	2,7	1,18	3,883

AB: Área Basal em m²; P: Número de parcelas em que a espécie ocorreu; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa (%); DoR: Dominância Relativa (%); FA: Freqüência Absoluta (%); FR: Freqüência Relativa (%); VI: Índice de Valor de Importância; VC: Índice do Valor de Cobertura (cm). Espécies relacionadas em seqüência decrescente de VI.

Analizando a distribuição da freqüência de árvores por classes de altura e de diâmetro fica evidente que existe um grande número de indivíduos com menos de 20m de altura (62,9%) e menos de 50cm de diâmetro (96,6). Isto indica que a vegetação está passando por um estágio de sucessão e regeneração, uma vez que, a maioria das espécies amostradas é considerada característica de estrato superior de mata ciliar. O Índice de Diversidade de Shannon para a área foi de H' = 1,988, que é relativamente baixo quando comparado a

outros trabalhos. Isso indica uma forte alteração da estrutura e composição da vegetação, com baixa riqueza e abundância de espécies. Devido ao fato do fragmento ser muito pequeno e sofrer fortes influencias da agricultura a vegetação apresenta uma baixa diversidade. O Índice de Equitabilidade de Pielou foi de $J' = 0.829$, indicando que a similaridade de composição e estrutura da vegetação ao longo de toda a área de mata é relativamente alta.

A distribuição da freqüência de árvores por classes de altura para a comunidade mostrou que 43,82% das árvores amostradas apresentaram altura entre 3 e 10 m, 19,10% entre 10 e 20m e 37,1% acima de 20m (Figura 80).

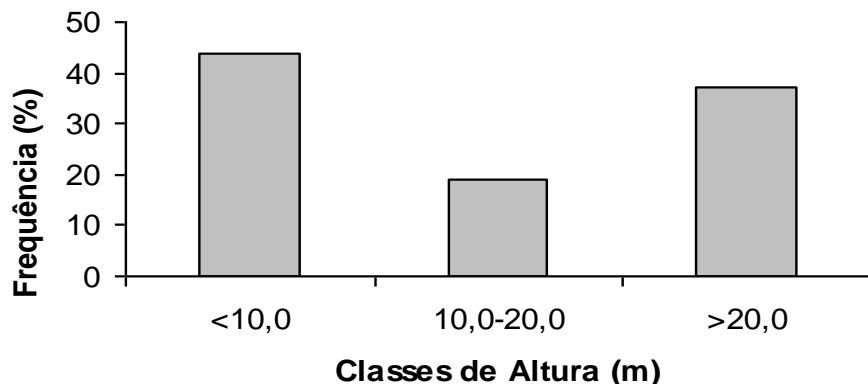


Figura 80 - Distribuição da freqüência relativa de indivíduos em classes de altura na Mata Ciliar da Fazenda Ponte Nova, Goiatuba, Goiás

Em relação à distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro verificou-se que 58,4% dos indivíduos tem entre menos de 20cm, 38,2% tem entre 20 e 50cm e apenas 3,4% tem mais de 50cm de diâmetro (Figura 81). O grande número de indivíduos com menos de 20m de altura (62,9%) e menos de 50cm de diâmetro (96,6) indica que a vegetação está passando por um estágio de sucessão e regeneração, uma vez que, a maioria das espécies amostradas é considerada característica de estrato superior de mata ciliar.

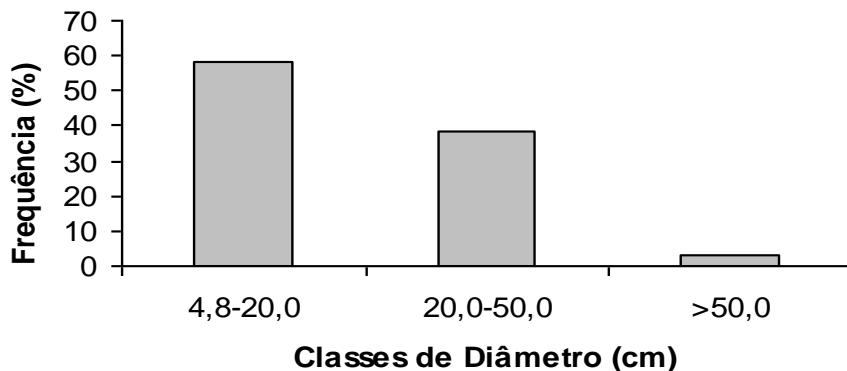


Figura 81 - Distribuição da freqüência relativa de indivíduos em classes de diâmetro na Mata Ciliar da Fazenda Ponte Nova, Goiatuba, Goiás

O Índice de Diversidade de Shannon para a área foi de $H' = 1,988$, que é relativamente baixo quando comparado a outros trabalhos. Isso indica uma forte alteração da estrutura e composição da vegetação, com baixa riqueza e abundância de espécies. Devido ao fato do fragmento ser muito pequeno e sofrer fortes influências da agricultura a vegetação apresenta uma baixa diversidade. O Índice de Equitabilidade de Pielou foi de $J' = 0.829$, indicando que a similaridade de composição e estrutura da vegetação ao longo de toda a área de mata é relativamente alta.

2.3.3.2 Seleção de indivíduos para Dendrocronologia

O levantamento fitossociológico identificou quais espécies existiam na área e quais poderiam ser compatíveis com a análise dendrocronológica. De posse destes resultados iniciou-se as coletas de material do lenho das árvores selecionadas.

Entretanto a espécie *Cariniana estrellensis* (jequitibá) teve que ser excluída da seleção porque não foi encontrada na região uma área sem manifestação de impactos antrópicos que pudesse ser usada como área-testemunha, ou área de controle. Estas áreas sem a manifestação dos impactos analisados (no caso, a deposição de sedimentos resultantes do processo erosivo) é fundamental para que possa servir de contraponto para checagem e confirmação de que as manifestações das alterações anatômicas do lenho estão relacionadas com o processo que se deseja evidenciar nas áreas impactadas. Assim, as árvores da mesma espécie que se encontram sob o mesmo regime climático nas áreas de

controle não devem apresentar as alterações anatômicas encontradas nas árvores das áreas impactadas pelo processo analisado, no caso a deposição de sedimentos. A ausência, na região, de fragmentos não impactados pelo processo erosivo desencadeado pelo plantio da soja inviabilizou a utilização da espécie *Cariniana estrellensis* (jequitibá) neste estudo.

Dessa forma, somente a espécie *Guarea guidonea* (Marinheiro) foi selecionada para as coletadas de baguetas. A área controle que continha com tal espécie foi encontrada fora da propriedade onde foi realizado o estudo, porém sendo uma área limítrofe as condições climáticas são semelhantes, diferindo apenas no tocante à ausência de impactos relativos à erosão e deposição de sedimentos, sendo estes impactos não observados na área controle.

2.3.3.3 Dendrocronologia

Foram coletadas amostras de cada altura (0 cm, 50 cm, 100 cm) e para a determinação dendrocronológica correlacionou-se sempre as amostras obtidas na mesma altura. Após a análise estatística dos resultados das cronologias através do programa COFECHA, confirmou-se a baixa correlação entre os raios de cada altura analisada, em todas as alturas e em todos os indivíduos.

Os Quadros 9, 10 e 11 a seguir apresentam os resultados obtidos das cronologias verificadas para a espécie *Guarea guidonea* (Marinheiro), nas diferentes alturas de coleta (0, 50 e 100 cm).

Dentre as árvores que possibilitaram a coleta de amostras do lenho no nível atual do solo (Quadro 10) a que apresentou melhor correlação entre as larguras dos anéis e a série máster, foi a 12.25 com o valor máximo de 0.55. As médias das correlações nas coletas ao nível do solo são menores que 0,1 e em alguns casos até negativas. As cronologias com correlações mais altas apontam que as árvores 7.15, 9.18, 10.17 e 12.25 possuem 6, 4, 11 e 13 anos respectivamente. Porém, devido à baixíssima correlação observada, tais cronologias não podem ser confirmadas.

Árvore	Altura Coleta (cm)	Correlação media	Séries	Intervalos	1980-1999	1990-2009	2000-2009
7.15	0	0.064	51n	1998 2009		0.21B	
			51s	1994 2009		-0.08A	
			52n	2003 2009			0.83
			51s	1993 2009		-0.23A	
9.18	0	-0.545	59n	2001 2009			-0.91B
			59s	2004 2009			-0.66B
			60n	2005 2009			-0.15B
			60s	2005 2009			-0.36B
10.17	0	-0.15	67n	1999 2009		0.01B	
			67s	1982 2009	-0.26B	-0.36B	
			68n	1988 2009	0.04B	0.2B	
			68s	1988 2009	-0.03B	0.02B	
12.25	0	0.24	75n	1983 2009	0.17B	0.41A	
			75s	1986 2009	0.32B	0.55	
			76n	1994 2009		0.22B	
			76s	1990 2009		0.13B	
Médias					0.048	0.098	-0.25

Quadro 10 - Inter-correlação da largura dos anéis de crescimento das séries cronológicas de árvores de *Guarea guidonea* (Marinheiro), coletadas ao nível do solo.

As amostras coletadas a 50 cm acima do nível do solo (Quadro 11) também apresentaram valores de correlação muito baixos (médias $> 0,24$), sendo que nos casos onde a correlação foi maior, não ultrapassou 0,45 na árvore 10.17.

Árvore	Altura Coleta (cm)	Correlação media	Séries	Intervalos	1980-1999	1990-2009	2000-2009
105	50	-0.056	2n	1969 2009	0.36A	0.38A	
			2s	1991 2009		-0.3B	
			3n	1995 2009		-0.28B	
			4n	1988 2009	-0.27B	-0.30B	
104	50	0.646	8n	1993 2009		0.65	
			9n	1993 2009		0.65	
5.13	50	0.183	37n	1986 2009	-0.06B	0.18B	
			37s	1987 2009	0.14B	0.08B	
			38n	1986 2009	-0.12B	0.25B	
			38s	1995 2009		0.54B	
6.12	50	0.279	45n	1994 2009		0.59	
			45s	2002 2009			0.11B
			46n	2000 2009			0.15B
			46s	1997 2009			0.17B
9.18	50	0.3	61n	2000 2009			0.42B
			61s	2004 2009			0.42B
			62n	2001 2009			0.19B
			62s	2003 2009			0.20B
10.17	50	0.009	69n	1998 2009		0.45A	
			69s	1988 2009		-0.12B	
			70n	1995 2009		-0.29B	
			70s	1993 2009		0.1B	
12.25	50	0.099	77n	1985 2009		0.14B	
			77s	1994 2009		-0.14B	
			78n	1990 2009		0.24A	
			78s	1990 2009		0.11B	
Médias					0.01	0.15	0.24

Quadro 11 - Inter-correlação da largura dos anéis de crescimento das séries cronológicas de árvores de *Guarea guidonea* (Marinheiro), coletadas a 50 cm acima do nível do solo

A tendência de baixas correlações também se repete nas coletas a 100 cm acima do nível do solo (Quadro 12), menores que 0.25. Dessa forma aqui também se repete a pouca probabilidade das idades das árvores sugeridas pelas medições serem corretas.

Árvore	Altura Coleta (cm)	Correlação media	Séries	Intervalos	1980-1999	1990-2009	2000-2009
105	100	-0.265	5n	1993 2009		-0.26B	
			6n	1994 2009		-0.26B	
103	100	0.106	15n	2003 2009			0.41B
			15s	2002 2009			-0.11B
			16n	1992 2009			0.05B
8.22	100	-0.062	30n	1994 2009		-0.07B	
			30s	1995 2009		-0.04B	
			31s	1995 2009		-0.08B	
6.12	100	0.156	47n	1998 2009		0.26B	
			47s	2000 2009			0.33B
			48n	1995 2009		-0.13B	
			48s	1999 2009		0.19B	
9.18	100	0.318	63n	2000 2009			0.47B
			63s	1999 2009			0.10B
			64n	2003 2009			0.42B
			64s	2000 2009			0.31A
10.17	100	0.018	71n	1988 2009	0.09A	0.013B	
			71s	1994 2009		-0.08B	
			72n	1991 2009		-0.11B	
			72s	1987 2009	0.08B	0.08B	
12.25	100	0.189	79n	1987 2009	0.29B	0.27A	
			79s	1990 2009		0.10B	
			80n	1985 2009	0.23B	0.24B	
			80s	1993 2009		0.15B	
Médias					0.173	0.017	0.248

Quadro 12 - Inter-correlação da largura dos anéis de crescimento das séries cronológicas de árvores de *Guarea guidonea* (Marinheiro), coletadas a 100 cm acima do nível do solo

As árvores 6.12, 9.18, 10.17, 12.25 e 105 possibilitaram a obtenção de amostras correlacionadas tanto na altura de 50 cm quanto de 100 cm acima do nível do solo. O número de anéis de crescimento decresce à medida que a altura aumenta, devido às características anatômicas das plantas. A partir da comparação entre coletas em diferentes alturas na mesma árvore, observa-se que esse padrão não foi verificado nesta análise, por exemplo, as árvores 10.17 e 12.25 apresentam maior número de anéis de crescimento na altura de 100 cm acima do nível do solo do que a 50 cm.

O controle das medições das larguras e número total de anéis de crescimento obtido através do programa COFECHA revelou que, a correlação entre as medidas propostas e as medidas geradas para a série master foram muito baixas de maneira geral para todas as árvores em todas as alturas coletadas. Apesar das várias tentativas de se proceder à delimitação visual dos anéis utilizando lupa, microscópio e análise de imagens, a contagem dos anéis de cada amostra coletada não apresentou correlação estatística satisfatória com os raios obtidos nas coletas de mesma altura. Amostras scaneadas com resolução de 1200 dpi foram processadas utilizando o programa IMAGE PRÓ PLUS (Figura 82).

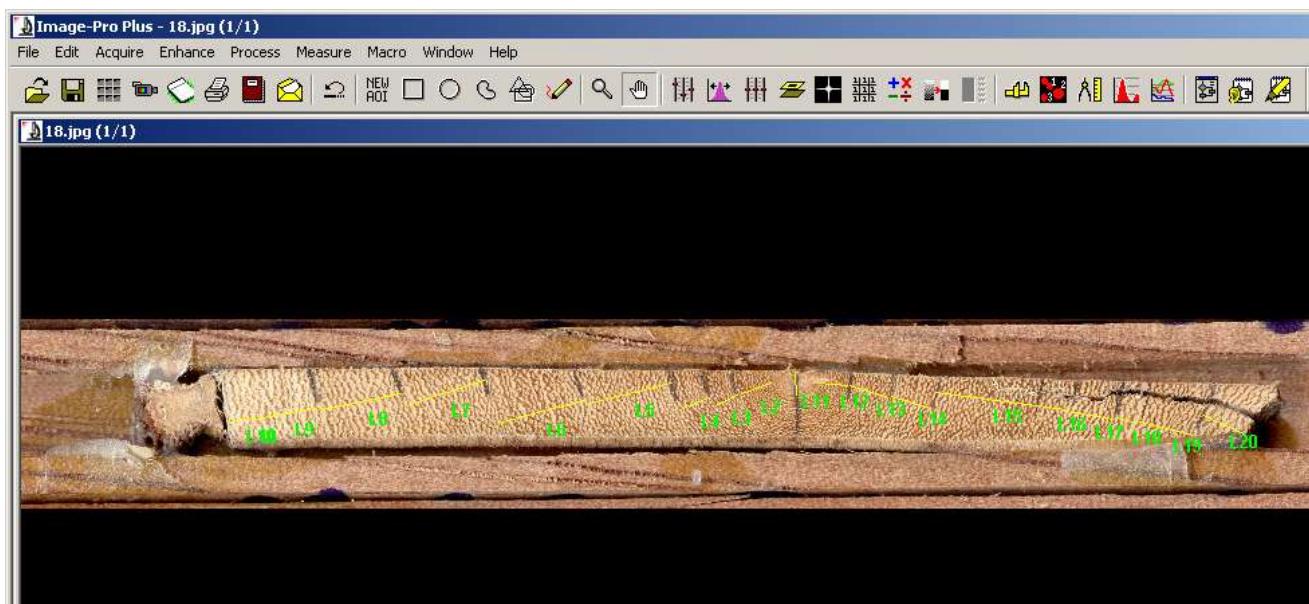


Figura 82 - Amostras scaneadas com resolução de 1200 e processadas através de análise de imagens

As amostras coletadas e analisadas revelaram que os anéis de crescimento da espécie *Guarea guidonea* (Marinheiro) são indistintos, de difícil reconhecimento (Figura 83).



Figura 83 - Amostras da espécie *Guarea guidonea* (Marinheiro)

A existência de uma faixa de parênquima que não apresenta regularidade e sim, várias descontinuidades dificulta em demasia a delimitação do anel de crescimento (Figura 84).



Figura 84 - Detalhe das bandas de parênquima no lenho da espécie *Guarea guidonea* (Marinheiro)

Estudos desenvolvidos no Pantanal Sulmatogrossense, que utilizaram esta espécie em análises dendrocronológicas obtiveram, ao contrário, resultados positivos em termos da delimitação dos anéis (URQUIZA, 2008). Entretanto o autor salienta que os anéis do lenho juvenil possuem menor distinção dos que os anéis do lenho tardio, tal comportamento pode ser observado pelo fato da amostragem do estudo ter sido feita a partir de discos, onde a continuidade dos anéis pode ser observada.

No caso das amostras coletas na zona ripária do Cerrado Goiano, os problemas na delimitação dos anéis podem decorrer da presença de indivíduos arbóreos jovens, justamente quando os anéis são menos visíveis. Outro fator que possivelmente inviabiliza a delimitação dos anéis é a condição edafo-climática da zona ripária, onde a existência de solo saturado com alta disponibilidade hídrica durante o ano todo confere crescimento contínuo da espécie estudada. Não havendo déficit hídrico, com estação seca bem demarcada, como nos estudos de URQUIZA (2008), não foi possível estimar a idade dos indivíduos amostrados através da contagem de anéis.

Outra limitação encontrada foi que quase todos os indivíduos amostrados apresentavam lenho de tração ou de reação. Tal deformidade causa assimetria entre as

amostras da mesma altura e dificulta sobremaneira a obtenção de bons resultados nas cronologias.

A análise dendrocronológica mostra que a baixa correlação entre as cronologias das amostras coletadas inviabiliza uma boa determinação da idade das árvores presentes na zona ripária estudada.

Tal comportamento, antagônico ao observado por Urquiza, 2008 com esta mesma espécie no Pantanal, decorre da diferenciação no ambiente no qual tais espécies se desenvolvem. Na zona ripária em questão, não há como no Pantanal, uma estação de seca que provoque interrupção no ritmo de crescimento das plantas. Na mata ciliar estudada o solo não apresenta déficit hídrico, mesmo no período de seca, devido ao afloramento do lençol freático nessa região. Esse regime hídrico desfavorece a diferenciação dos tecidos e a distinção de anéis de crescimento.

2.3.3.4 Dendrogeomorfologia

Apesar da impossibilidade em estabelecer uma cronologia confiável para as árvores amostradas e comprometer assim a possibilidade de realizar a datação precisa dos sedimentos encontrados na zona ripária, a identificação da profundidade na qual está localizado o colo da planta permite fazer algumas inferências acerca do processo erosivo e de sedimentação. O Quadro 13 relaciona os níveis de localização do colo das árvores estudadas com a idade aproximada dos indivíduos.

Árvore	Profundidade do colo (cm)	Idade provável da árvore
105 (testemunha)	0	18
104 (testemunha)	0	16
5.13	-16	23
6.12	-25	15
7.15	-35	16
8.22	-50	15
9.18	-32	8
10.17	-34	27
12.25	-28	26

Quadro 13 - Profundidade do colo e idade provável das árvores analisadas *Guarea guidonia* (Marinheiro)

Ainda que a uma datação precisa tenha sido inviável, depreende-se que as árvores da espécie *Guarea guidonia* (Marinheiro) possuem ao redor de 20 anos de idade e, acumularam ao redor de seus caules consideráveis camadas de sedimentos, acima de 15 cm de deposição e em alguns locais, até 50 cm.

Outra importante averiguação decorrente dos estudos conduzidos se refere à longevidade da mata ciliar presente na zona ripária estudada. A significativa deposição de sedimentos impacta negativamente a mata ciliar no que concerne à sua regeneração. Visto que o grande volume de sedimentos que atinge a mata ciliar provoca o soterramento de plântulas e a intensa alternância entre locais erodidos e sedimentados provoca uma grande instabilidade no solo dificultando o processo de estabelecimento das raízes e consequente desenvolvimento das árvores.

Observa-se no interior da mata ciliar a ausência de vegetação de sub-bosque, o que corrobora a idéia de que neste local existe baixa regeneração da vegetação arbórea nativa devido ao aporte excessivo de sedimentos.

3 CONCLUSÃO

Os parâmetros físicos e morfológicos avaliados neste estudo foram eficazes na compreensão da distribuição espaço-temporal dos sedimentos depositados sob a mata ciliar. Métodos tais como análise estrutural, granulométrica e micromorfométrica permitiram diferenciar camadas de sedimentos e solos, bem como elucidar o transporte de partículas ao longo da encosta. A análise química permitiu concluir que o elemento P (fósforo) pode ser considerado como traçador de erosão/deposição, pois por ser fortemente adsorvido à argila apresenta maior concentração nos locais onde os sedimentos se acumularam. O monitoramento da precipitação e da altura do lençol freático também auxiliou na compreensão do transporte e deposição de partículas de solo.

As chuvas que incidem na zona ripária estudada se concentram entre os meses de Outubro a Março e apresentaram grande quantidade de eventos chuvosos de alta intensidade.

O lençol freático presente na zona ripária responde tardeamente aos eventos chuvosos com uma defasagem de até três meses com ampla flutuação na borda da zona ripária. No interior da zona ripária a flutuação do lençol freático é menor e este se apresenta bastante superficial durante o ano todo, pois ali ele aflora à superfície condicionando o aparecimento de diversas nascentes nesta região.

A instalação de estacas (ou pinos) na borda e no interior da zona ripária, onde se localiza a mata ciliar possibilitou averiguar que a sedimentação decorrente do processo erosivo originado na área cultivada se distribui basicamente em duas formas: generalizada e localizada. A deposição de sedimentos de forma generalizada acontece por toda área e acresceu consideravelmente o nível do solo. A deposição de sedimentos localizada ocorre preferencialmente em algumas estacas próximas à voçorocas efêmeras e também à montante das raízes tabulares da espécie arbórea *Ficus insipida*. Este tipo de deposição apresentou um acréscimo no nível original do solo muito mais intenso do que aquele observado de forma generalizada na área.

As chuvas incidentes provocam na zona ripária, tanto a deposição de sedimentos quanto a erosão, sendo que estes processos ocorrem concomitantemente por toda a área de

estudo. Estes processos se alternam com grande velocidade e freqüência, pois importantes variações são encontradas de um mês para o outro (escala temporal de observação).

Estudos dendrocronológicos e dendrogeomorfológicos permitiram a constatação de que grande parte da deposição de sedimentos ocorreu durante os últimos quinze anos. Isto confirma a grande proporção do impacto negativo da ocupação agrícola em áreas sensíveis como as zonas ripárias.

O monitoramento do nível do solo permitiu confirmar a participação positiva da mata ciliar na interceptação de sedimentos. Porém a ocorrência de voçorocas efêmeras dentro da mata ciliar comprova que a sua eficiência quanto à função de filtro está comprometida, pois os sedimentos continuam sendo carreados para jusante da mata e atingindo os cursos d'água.

A ineficiência da mata ciliar em interceptar os sedimentos decorre da falta de um planejamento integrado de práticas conservacionistas na microbacia hidrográfica. Ações conjuntas de manejo do solo são necessárias para controlar o processo erosivo desde o início, pois deve-se interceptar a enxurrada em diferentes pontos de uma dada área, evitando assim que ganhe velocidade. Práticas como construção de terraços de infiltração e drenagem, instalação de faixas de vegetação nos pontos críticos de aceleração da enxurrada, cobertura do solo e, por fim a preservação e recuperação da mata ciliar compõem um “pacote” conservacionista que deve ser executado. Pois apenas a existência da mata ciliar, seja qual for sua largura, não é suficiente para controlar o processo de entrada de sedimentos nos cursos d'água. A mata ciliar representa a última barreira no processo de interceptação de sedimentos, após a enxurrada ter perdido velocidade e competência no arraste de partículas à montante da mata ciliar.

Em projetos de restauração de APP's de mata ciliar deve ser considerado o uso de espécies arbóreas com raízes tabulares, pois as mesmas potencializam o efeito de filtro da floresta. É interessante também incluir no reflorestamento espécies que possuam anéis de crescimento bem demarcados, pois podem futuramente servir como indicadores de alterações ambientais, como por exemplo a datação de processos de erosão/sedimentação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G.H.S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J. **Gestão ambiental de áreas degradadas.** Rio de Janeiro: Ed. Bertrand, 2007. 320 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- BOTOSO, P. C., VETTER, R. E., TOMAZELLO Filho, M. Periodicidade e taxa de crescimento de árvores de cedro (*Cedrela odorata* L., Meliaceae), jacareúba (*Calophyllum angulare* A. C. Smith, Clusiaceae) e muirapiranga (*Eperua bijuga* Mart. ex Benth, Leg., Caesalpinoideae) de floresta de Terra Firme, em Manaus-AM. In: Roig, F. A. (editor). **Dendrocronologia en América Latina**, EDIUNC, Mendoza, Argentina. 2000, p.357-379.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.X. ; LUCAS, Y. **Analyse structurale et cartographie en pédologie:** I – Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de La couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à La connaissance des sols. Cahiers ORSTOM, Sér. Pédologie, Bondy, v.19,p.309-321, 1982.
- BRASIL. **Lei nº 4.771 de 15.9.1965.** Institui o novo Código Florestal. Disponível em : http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acesso em: 03 jan. 2011.
- BRYAN, R.B. Soil erodibility and process of water erosion on hillslope. **Geomorphology** , Amsterdam, v.32, p. 385-415, 2000.
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. **Handbook for soil thin section description.** Wolverhampton: Waine Research Publications, 1985. 153p.
- CAMARGO, O.A. de, MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas.** Campinas: IAC, 1986. 94p. (Boletim Técnico, 106).
- CASTRO, S.S.; COOPER, M.; SANTOS, M.C.; VIDAL-TORRADO, P. **Micromorfologia do solo:** Bases e aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1 p. 107-164: Tópicos em ciência do solo.
- CHARTIER, M.P.; ROSTAGNO, C.M.; ROIG, F.A. Soil erosion rates in rangelands of northeastern Patagonia: A dendrogeomorphological analysis using exposed shrub roots. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 106, p. 344-351, 2009.
- CHISCI, G.C.; BAZZOFFI, P.; PAGLIAI, M.; PAPINI, R.; PELLEGRINI, S.; VIGNOZZI, N. Association of sulla and atriplex shrub for the physical improvement of clay soils and environmental protection in central Italy. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 84, p.45–53, 2001.

COOPER, J.R.; GILLIAM, J.W.; DANIELS, R.B.; PORBAGE, W.P. Riparian areas as filters for agricultural sediments. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 51, p. 416-420, 1987.

CORRELL, D.L. Buffer zones and water quality protection: general principles. In: HAYCOCK, N.E.; BURT, T.P.; GOULDING , K.W.T. ; PINAY, G. (Ed.). **Buffer zones**: their processes and potential in water protection. Harpenden: Quest Environmental, 1997. p. 7-20.

CUNHA, C.M.L.; MENDES, I.A. Elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 3, n.1, p.111-120, 2005.

De MARIA, J.C. Erosão e terraços em plantio direto. In: PRUSKI, F.F.(Ed.) **Conservação do solo e da água**. Viçosa, 2006. 240 p.

DELONG, M.D.; BRUSVEN, M.A. Classification and spatial mapping of riparian habitat with applications toward management of streams impacted by nonpoint source pollution. **Environmental Management**, Idaho, v. 15, n. 4, p. 565 – 571,1991.

DESIR,G.; MARÍN, C. Factors controlling the erosion rates in a semi-arid zone (Bardenas Reales, NE Spain). **Catena**, Amsterdam, v.71, p. 31–40, 2007.

DI STEFANO, C.; FERRO, V. Linking clay enrichment and sediment delivery processes. **Biosystems Engineering**, Amsterdam, v.81, n.4, p. 465-479, 2002.

DOUGLAS, I. Sediment transfer and siltation. In: _____ **The earth as transformed by human action**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. p. 215-234.

EDWARDS, W.M.; OWENS, L.B. Large storm effects on total soil erosion. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 46, n. 1, p.75-78, 1991.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EHRLICH, M.; FERRAZ, C.; MAGALHÃES, S. Monitoramento das condições climáticas associadas às condições geológicas-geotécnicas da rodovia BR-116/RJ e seu entorno: correlação entre chuvas, piezometria e movimentos das encostas dos km 87 e km101 da BR-116/RJ. In: **WORKSHOP DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NAS CONCESSÕES RODOVIÁRIAS – SOLUÇÕES TÉCNICAS APLICADAS**. 2010. Rio de janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. 2010. 96p.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ARC/INFO User 7.2.1 ArcDoc** .New York. Street: Redland, 1997.

FELFILI, J.M.; VENTUROLI, F. **Comunicações Técnicas Florestais: Tópicos em análise de vegetação**. Universidade de Brasília, v. 2, n. 2, p. 34, 2000.

FERREIRA, D.A.C.; DIAS, H.C.T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 4, p. 617-623, 2004.

FOLK, R.L.; WARD, W.C. Brazos river bar: a study on the significance of grain-size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, Tulsa, v. 27, p. 3-26, 1957.

FULLEN, M.A.; YI, Z.; BRANDSMA, R.T. Comparison of soil and sediment properties of a loamy sand soil. **Soil Technology**, Amsterdam, v.10, p. 35-45, 1996.

GALINKIN, M. **Relatório GeoGoiás 2002** – SEMAGO. Agência Ambiental de Goiás. Brasília, 2003.

GARCIA, P.O.; LOBO-FARIA, P.C. **Metodologias para Levantamentos da Biodiversidade Brasileira**. 2007. 21p.

GÄRTNER, H. Tree roots—Methodological review and new development in dating and quantifying erosive processes. **Geomorphology**, Amsterdam, v.86, p. 243–251, 2007.

GRADELLA, F.S. Aspectos da dinâmica hidroclimática da Lagoa Salina do Meio na Fazenda Nhumirim e seu entorno, Pantanal da Nhecolândia, MS – Brasil. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2008.

HALLAIRE, V.; COINTEPAS, J.P. Caractérisation de la macroporosité d'un sol de verger par analyse d'image. **Agronomie**, Paris, v. 13, p.155-164, 1993.

HUDSON, N. **Soil Conservation**. Ithaca: Cornell University Press, 1977. 230p.

HUPP, C.R.; BAZEMORE, D.E. Temporal and spatial patterns of wetland sedimentation, West Tennessee. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 141, p. 179-196, 1993.

IBGE. **Censo Agropecuário 1995-1996**. Número 19 – São Paulo. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1998.

INAMASU, R.Y. **Coletor de dados**: um subsídio para escolha. EMBRAPA. Dez., 1996. (BOLETIM DE PESQUISA 1).

JONG VAN LIER, Q. de; VIDAL-TORRADO, P. PHI: Programa de Microcomputador para Análise Estatística da Granulometria de Sedimentos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p. 277-281,1992.

KLAPPROTH, J.C.; JOHNSON, J.E. **Understanding the science behind riparian forest buffers**: effects on water quality. Virginia: Virginia Cooperative Extension, 2000. 24 p.

LACERDA FILHO, J.V. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal. Escala 1:500.000. 2.ed. CPRM/METAGO/UnB, 2000.

¹LADEIRA, F.S.B, Mensagen recebida por <rsmomoli@gmail.com> em 01 julho 2010

LANE, L.J. HERNANDEZ, M.;NICHOLS, M. Processes controlling sediment yield from watersheds as functions of spatial scale. **Environmental Modelling & Software**, Oxford, v. 12, p. 355-369, 1998.

LAL, R. **Methods for assessment of soil degradation**. Boca Raton: CRC Press, 1998. 558p. (Advances in Soil Science).

LATRUBESSE, E.M.; CARVALHO, T.M. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás. 2006. 128p. (Séria Geologia e Mineração 2).

LEDWITH, T. **The effects of buffer strip width on air temperature and relative humidity in a stream riparian zone**. Idaho: Watershed Management Council Networker, 1996. 4p. Disponível em: http://www.watershed.org/news/sum_96/buffer.html. Acesso em: 05.abr.2006.

LEMOS, R.C.;SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83p.

LEVIN, N.; KIDRON, G. J.; BEN-DOR, E. A field quantification of coastal dune perennial plants as indicators of surface stability, erosion or deposition. **Sedimentology**, Oxford, v.55, p. 751–772, 2008.

LIMA, J.E.F.W.; LOPES, W.T.A; CARVALHO, N.O; VIEIRA, M.R; SILVA, E.M. Suspended sediment fluxes in the large river basins of Brazil. In: _____ **Sediment budgets**, I. IAHS Scientific Assembly, Foz do Iguaçu, Brazil, April 2005. IAHS Publ. 291, 2005. p.355-363.

LIMA, W.P; ZAKIA, H.J.B. **As florestas plantadas e a água**. São Paulo, 2004. 257p.

LOWRANCE, R.; LEONARD, R.; SHERIDAN J. Managing riparian ecosystems to control nonpoint pollution. **Journal of Soil & Water Conservation**, Ankeny, v.40, p. 87- 91, 1985.

MACHADO, R.E.; VETORAZZI, C.A.; XAVIER, A.C. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p. 727- 733, 2003.

MANIEIRI, C. **Ficha de características das madeiras brasileiras**. 2.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Técnicas, Divisão de Madeiras. 1989. 420p.

MATISOFF, G.; WILSON, C.G.; WHITING, P.J. The $^{7}\text{Be}/^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$ ratio as an indicator of suspended sediment age or fraction new sediment in suspension. **Earth Surface Processes and Landforms**, Sussex, v. 30, p. 1191–1201, 2005.

MATTOS, S.C. Estado atual e necessidade de gerenciamento das bacias hidrográficas dos rios Meia Ponte, Corumbá e dos Bois, Estado de Goiás. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES 27. 2000. Porto

Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000. 6p.

MEYER, L.D.; HARMAN, W.C.; McDOWELL, L.L. Sediment sizes eroded from crop row sideslopes. **Transactions American Society of Agricultural Engineering**, London, v. 23, n.4, p. 891-898, 1980.

MIEDMA, R. Applications of micromorphology of relevance to agronomy. **Advances in Agronomy**, San Diego. v. 59, p. 119-169, 1977.

MITCHELL, J.K.; MOSTAGHIMI, S.; POND, M.C. Primary particle and aggregate size distribution of eroded soil from sequenced rainfall events. **Transactions American Society of Agricultural Engineering**, London, v. 26, n.6, p.1773-1777, 1983.

MIZUGAKI, S.; NAKAMURA, F.; ARAYA, T. Using dendrogeomorphology and ^{137}Cs and ^{210}Pb radiochronology to estimate recent changes in sedimentation rates in Kushiro Mire, Northern Japan, resulting from land use change and river channelization. **Catena**, Amsterdam, v.68, p.25–40, 2006.

MOMOLI, R.S.; COOPER, M.; CASTILHO, S. C. P. Sediment morphology and distribution in a restored riparian forest. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.5, p. 486-494, 2007.

MORGAN, R.P.C. **Erosión y conservación del suelo**. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1997. 343p.

MUÑOZ-CARPENAA, R.; PARSONS, J.E.; GILLIAM, J. W. Modeling hydrology and sediment transport in vegetative filter strips. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 214, p. 111–129, 1999.

MURPHY, C. P. **Thin section preparation of soils and sediments**. Berkhamsted, UK:A B Academic Publishers,1986. 149 p.

NAIMAN, R.J.; DÉCamps, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Ann Arbor, v.28, p. 621-658, Nov. 1997.

OUDEN, J. ; SASS-KLAASSEN, U.G.W. ; COPINI. P. Dendrogeomorphology – a new tool to study drift-sand dynamics. **Netherlands Journal of Geosciences**, Dordrecht, v.86, p. 355 – 363, 2007.

PAGLIAI, M.; VIGNOZZI, N.; PELLEGRINI, S. Soil structure and the effect of management practices. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 79 , p.131–143, 2004.

PAGLIAI, M.;VITTORI ANTISARI,L. Influence of waste organic matter on soil micro and macrostructure. **Bioresource Technology**, Essex, v. 43 , p. 205-213, 1993.

PENING DE VRIES, F.W.T.; AGUS, F.; KERR, J.M. **Soil erosion at multiple scales:** principles and methods for assessing causes and impacts. London: CAB International, 1998. 390p.

PMG - PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA - DBO ENGENHARIA LTDA **Reurbanização dos Vales do Macambira e Anicuns :** estudo de impacto ambiental. Goiânia:EIA / DBO Engenharia 2004. 2v.

PRUSKI, F.F.(Ed.) **Conservação do solo e da água.** Viçosa, 2006. 240 p.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 170p.

RIBEIRO, J.C.; SALOMÃO, F.X.T. Abordagem morfopedológica aplicada ao diagnóstico e prevenção de processos erosivos na Bacia Hidrográfica do Alto Rio da Casca, MT.

Geociências, São Paulo, UNESP, v. 22, n. 1, p. 83-95, 2000.

RICHTER, H.G.; DALLWITZ, M.J. Comercial timbers: descriptions, illustrations, identification and information retrieval. Disponível em : <http://delta-intkey.com/wood/index.htm>. Acesso em: 03 jun. 2010.

RODRIGUEZ, J.M.M. **Geoecologia das paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: UFC, 2004. 296 p.

RHOTON, F.E.; MEYER, L.D.; WHISLER, F.D. A laboratory method of predicting the size distribution of sediment eroded from surface soils. **Soil Science Society America Journal, cidade**, Madison, v.46, p. 1259-1263, 1982.

SANTOS, D.S. **Redistribuição e qualidade de solos e sedimentos agrícolas em vertentes com mata ciliar:** estudo de caso em Goiatuba (GO), Brasil. 2007. 103 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT. **User's guide, version 8.** Cary,NC,1999. p.25-50.

SCHULLER, P.; IROUME, A.; WALLING, D.; MANCILLA, H.B.; CASTILLO, A.; TRUMPER, R. Use of beryllium-7 to document soil redistribution following forest harvest operations. **Journal of Environmental Quality**, Amsterdan, v.35, p. 1756-1763, 2006.

SEMARH. **Diagnóstico preliminar dos recursos hídricos do estado de Goiás.** Goiânia:Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 1998.128 p.

SEMARH. **Zoneamento Ecológico-Econômico Da Microrregião Meia Ponte.** v.1. Goiânia: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 1999. 280 p.

SILVA, A.M. Rainfall erosivity map for Brazil. **Catena**, Amsterdam, v.57, p. 251–259, 2004.

SHAPIRO, S.S. ; WILK, M.B. Na analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxford, v.52, p. 591-611, 1965.

SIMEGO. **Grafico Clima Goiatuba** Disponível em :

<http://www.simego.sectec.go.gov.br/clima/index.php> Acesso em :11 ago. 2010

SLATTERY, M.C.; BURT, T.P. Particle size characteristics of suspended sediment in hillslope runoff and streamflow. **Earth Surface Processes and Landforms**, Sussex, v.22, p.705-719, 1997.

SMITH, H.G.; DRAGOVICH, D. Post-fire hillslope erosion response in a sub-alpine environment, south-eastern Australia. **Catena**, Amsterdam, v.73, p.274–285, 2008.

SPAROVEK, G.; CORRECHEL, V.; BARRETO, A.P.G.O. The risk of erosion in brazilian cultivated. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.1, p. 77-82, 2007.

SPAROVEK, G.; RANIERI, S.B.L.; GASSNER, A.; DE MARIA, I.C.; SCHNUG, E.; SANTOS, R.F.; JOUBERT, A. A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.1782, p. 1-7, 2001.

SUTHERLAND, R.A.; WAN, Y.; ZIEGLER, A.D.; LEE, C.T.; SWAIFY, E. Splash and wash dynamics: An experimental investigation using an Oxisol. **Geoderma**, Amsterdam, v.69, p.85-103, 1996.

SWANSON, N.P.; DEDRICK, A.R. Soil particles and aggregates transported in water runoff under various slope conditions using simulated rainfall. **Transactions of the ASAE**, London, v. 10, p.246-247, 1967.

SYVERSEN, N.; BORCH, H. Retention of soil particle fractions and phosphorus in cold-climate buffer zones. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v.25, p. 382-394, 2005.

TAMENE , L.; PARK , S.J. ; DIKAU , R.; VLEK, P.L.G. Analysis of factors determining sediment yield variability in the highlands of northern Ethiopia. **Geomorphology**, Amsterdam, v.76, p. 76-91, 2006.

TAYLOR, C.J.; ALLEY, M.W. Ground-water-level monitoring and the importance of longterm water-level data. **U.S. Geological Survey Circular**, Denver, v. 1217, p. 2-6, 2001.

TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, C.S. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARELLA, W. (Org.) **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo:EDUC, 2001. p. 117-143.

URQUIZA, M.V.S. **Crescimento e idade de cinco espécies arbóreas do Morro Santa Cruz, Corumbá-MS.** 2008. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p. 231-253, 2000.

VILLALBA, R. Metodos em dendrogeomorfologia y su potencial uso em America Del Sur. In: ROIG, F.A. (Ed.) **Dendrocronologia em America Latina**. Mendoza: EDIUNC. 2000. p. 103-134.

VILLALBA, R. Metodos em dendrogeomorfologia y su potencial uso em America Del Sur. In: ROIG, F.A. **Dendrocronologia em America Latina**. Mendoza: EDIUNC, 2000. 434 p.

WARRICK,A.W.; NIELSEN,D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL,D. (Ed). **Applications of soil physics**. New York: Academia Press,1980. p.319-344.

WOLLMAN, M.G.; MILLER, J.P. Magnitude and frequency of forces in geomorphic process. **Journal of Geology**, Chicago, v.68, p. 54-74, 1960.

YOUNG, R.A. Characteristics of the eroded sediment. **Transactions of the ASAE**, London, v. 23, p.1139-1146, 1980.

YU, B. A Unified Framework For Water Erosion And Deposition Equations. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.67, p. 251–257, 2003.

ZAIMES, G.N.; SCHULTZ, R.C.; ISENHART, T.M. Stream bank erosion adjacent to riparian forest buffers, row-crop fields, and continuously-grazed pastures along Bear Creek in central Iowa. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.59, p. 19-27, 2004.

ZAIMES, G.N.; SCHULTZ, R.C.; ISENHART, T.M. Riparian land uses and precipitation influences in stream bank erosion in central Iowa. **Journal of The American Water Resources Association**, Malden, v.1, p.83-97, 2006.

ANEXOS

ANEXO A - Descrição geral e morfológica completa dos perfis de solo estudados

PERFIL - T1



DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 09/07/2009

CLASSIFICAÇÃO – **GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico típico**

UNIDADE DE MAPEAMENTO - GMbd

LOCALIZAÇÃO - Descrito e coletado em trincheira na transeção locada no interior da zona ripária.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada no terço médio da encosta ripária, com cerca de 3% de declividade e sob serrapilheira de mata ciliar degradada.

ALTITUDE – 560 m

LITOLOGIA - Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Formação Serra Geral

PERÍODO - Jurássico/ Cretáceo

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do diabásio.

PEDREGOSIDADE – Presença de laterita

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Imperfeita

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Área de Preservação Permanente (APP) remanescente degradada

CLIMA - Aw da classificação de Köeppen

DESCRITO E COLETADO POR – Renata Santos Momoli.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

SEDIMENTOS	0-9 cm; vermelho escuro (10R3/2, úmido); argiloso, fraca, pequeno e granular a blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; transição gradual, e erosidade ausente.
SEDIMENTOS	9-20 cm; vermelho escuro (10R3/4, úmido); argiloso, fraca, pequeno e blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; transição gradual, e erosidade ausente.
SEDIMENTOS	20-38 cm; vermelho escuro (10R3/4, úmido); argiloso, fraca a moderada, grandes e blocos subangulares a angulares; friável, plástico e pouco pegajoso; transição gradual, e erosidade ausente.
II A	38-50 cm; vermelho escuro (10R3/4, úmido); argiloso, plástico e pouco pegajoso; transição difusa, e erosidade ausente.
II Bg	50+ cm; vermelho acinzentado (10R5/4, úmido); argiloso, plástico e não pegajoso; transição difusa, e erosidade ausente.

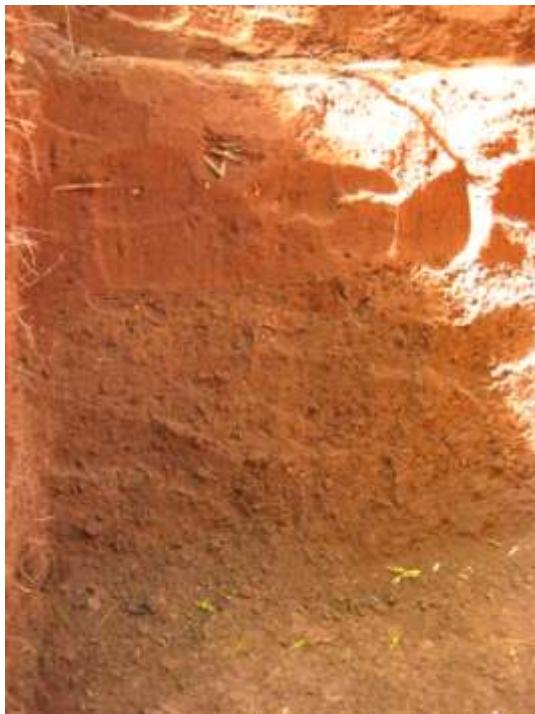
RAÍZES - Abundantes, finas e médias no sedimento e nos horizontes inferiores.

OBSERVAÇÕES –

Horizonte IIA muito úmido devido à presença do lençol freático superficial, sendo que a partir dos 30 cm de profundidade já se apresenta totalmente molhado.

Horizonte IIBg a partir deste horizonte foi observado a presença de cores acinzentadas indicativas de ambiente redutor. Solo completamente encharcado.

PERFIL - T2



DETALHE DOS SEDIMENTOS



DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 09/07/2009

CLASSIFICAÇÃO – **PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário êutrico**

UNIDADE DE MAPEAMENTO - FFc

LOCALIZAÇÃO - Descrito e coletado em trincheira na transeção locada na borda da zona ripária.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada no terço superior da encosta ripária, com cerca de 7% de declividade e sob macega de capim colonião.

ALTITUDE – 563 m

LITOLOGIA - Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Formação Serra Geral

PERÍODO - Jurássico/ Cretáceo

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do diabásio.

PEDREGOSIDADE – Presença de laterita

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Aparente

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Área de Preservação Permanente (APP) remanescente degradada

CLIMA - Aw da classificação de Köeppen

DESCRITO E COLETADO POR – Renata Santos Momoli.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

SEDIMENTOS 0-10 cm; vermelho (2,5YR3/6, seco); muito argilosa, fraco a moderado, pequenos e granular a blocos subangulares; friável, muito plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.

SEDIMENTOS 10-22 cm; vermelho (2,5YR3/6, seco); argilosa, moderado a forte, pequenos e granular; friável, plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.

II A 22-80 cm; vermelho (2,5YR3/6, seco); argilosa, fraco, pequenos a médios e blocos subangulares; pouco plástico e pouco pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.

IIBf	80-118 cm; vermelho (2,5YR3/4, seco); argilosa, fraco a moderado, pequenos a médios e blocos subangulares; friável à firme, ligeiramente plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.
IIBfg	118+ cm; vermelho (2,5YR3/4, seco); argilosa, fraco a moderado, pequenos a médios e blocos subangulares, friável, pouco plástico e pouco pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.

RAÍZES - Abundantes em todo o perfil até 1,70 m de profundidade, sendo que na profundidade de 52 cm aparece uma grande raiz em sentido longitudinal.

OBSERVAÇÕES –

Sedimentos sobrepostos em camadas diferenciadas até 22 cm de profundidade,

Horizonte IIA adensada com presença abundante de carvão.

Horizonte IIBf 80-118 cm com nódulos de ferro milimétricos e centímetros e grande quantidade de carvão.

Horizonte IIBfg 118+ cm com nódulos de ferro centímetros e fragmentos de rocha, aumento da umidade no perfil.

PERFIL - T3



DETALHE DOS SEDIMENTOS
E HORIZONTE AB



DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 09/07/2009

CLASSIFICAÇÃO - **LATOSSOLO VERMELHO Distróférrego**

UNIDADE DE MAPEAMENTO - LVdf

LOCALIZAÇÃO - Descrito e coletado em trincheira na transeção locada na área cultivada com braquiária.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada à montante da encosta ripária, a 25 m da borda da mata, com cerca de 12,3 % de declividade e sob serrapilheira de mata ciliar degradada.

ALTITUDE – 568 m

LITOLOGIA - Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Formação Serra Geral

PERÍODO - Jurássico/ Cretáceo

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do diabásio.

PEDREGOSIDADE – Presença de laterita

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Imperfeita

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Área de Preservação Permanente (APP) remanescente degradada

CLIMA - Aw da classificação de Köeppen

DESCRITO E COLETADO POR – Renata Santos Momoli.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

SEDIMENTOS 0-12 cm; vermelho (2,5YR3/4, seco); argilosa, moderado a forte, pequenos e blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.

SEDIMENTOS	12-42 cm; vermelho (2,5YR3/4, seco); muito argilosa, fraco, pequenos e blocos subangulares; muito firme, plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.
II AB	42-70 cm; vermelho (2,5YR3/6, seco); argilosa, moderado, pequenos a médios e blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.
IIBA	70-120 cm; vermelho (2,5YR3/4, seco); argilosa, moderado, médios e blocos subangulares a angulares; friável à firme, plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.
IIBw	120+ cm; vermelho (2,5YR3/6, seco); argilosa, moderado, médios a grandes e blocos subangulares a angulares, friável, plástico e pegajoso; transição clara, e cerosidade ausente.
.	.

RAÍZES - Abundantes, finas e médias no sedimento e nos horizontes inferiores até 1,5 m de profundidade.

OBSERVAÇÕES - Presença abundante de trincas e rachaduras no sentido vertical e oblíquo até a profundidade de 60 cm.

Horizonte IIA apresenta compactação.

ANEXO B - Descrição morfológica do solo nas trincheiras T1, T2 e T3

Horizonte/ Camada	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Estrutura	Textura
		Seca	Úmida		
Perfil T1 – Mata Ciliar – Zona Ripária					
Sedimento	0-9	10 R 3/2	10 R 3/2	Grau fraco, Granular a blocos subangulares pequenos	Argilosa
Sedimento	9-20	10 R 3/4	10 R 3/2	Grau fraco, Bloco subangulares, pequeno	Argilosa
Sedimento	20-38	10 R 3/4	10 R 3/3	Grau fraco a moderado, Blocos angulares grandes	Argilosa
II A	38-50	10 R 3/4	10 R 3/3	Molhado	Argilosa
II Bg	50 +	10 R 5/2	10 R 3/2	Molhado	Argilosa
Perfil T2 – Transição Braquiária/Mata Ciliar – Zona Ripária					
Sedimento	0-10	2,5 YR 3/6	2,5 YR 3/4	Grau fraco a moderado, Granular a blocos subangulares pequenos	Muito Argilosa
Sedimento	10-22	2,5 YR 3/6	2,5 YR 3/4	Grau moderado a forte, Granular, pequenos	Argilosa
II A	22-80	2,5 YR 3/6	2,5 YR 3/4	Grau fraco, Blocos subangulares pequeno a médios	Argilosa
II Bf	80-118	2,5 YR 3/4	10 R 3/3	Grau fraco a moderado, Blocos subangulares, pequenos a médios	Argilosa
II Bfg	118 +	2,5 YR 3/2	10 R 3/2	Grau fraco a moderado, Blocos subangulares, pequenos a médios	Argilosa
Perfil T3 – Braquiária – Zona Ripária					
Sedimento	0-12	2,5 YR 3/4	10 R 2,5/2	Moderado a forte, blocos subangulares, pequeno	Argilosa
II A	12- 42	2,5 YR 3/4	10 R 3/3	Grau fraco, Blocos angulares, pequenos	Muito argilosa
II A/B	42-70	2,5 YR 3/6	10 R 3/3	Grau moderado, Blocos subangulares, pequenos a médios	Argilosa
II B/A	70-120	2,5 YR 3/4	10 R 3/2	Grau moderado, Blocos subangulares a angulares, médios	Argilosa
II Bw	120 +	2,5 YR 3/6	10 R 3/3	Grau moderado, Blocos subangulares a angulares, Médios a grandes	Argilosa

ANEXO C – Análise físico-química dos horizontes dos perfis de solo estudados

Prof.	Areia	Silte	Argila	pH	M.O.	P	Fe	K	Ca	Mg	AL	H+Al	S	T	V
(cm)	----- (%) -----			H ₂ O	g kg ⁻¹	-- mg kg ⁻¹ --		----- mmol _c kg ⁻¹ de solo -----						(%)	
TRINCHEIRA T1															
0-9	33,27	14,37	52,36	5,61	53,61	13,68	19,35	3,94	33,33	9,30	0,93	51,27	46,57	97,84	47,60
9 a 20	34,39	17,48	48,13	5,82	39,14	9,00	23,34	0,77	13,33	4,30	0,87	87,73	18,40	106,13	17,34
20-38	33,39	16,90	49,71	5,63	39,99	10,08	22,99	0,38	9,67	3,30	1,00	89,53	13,35	102,88	12,98
38-50	32,25	17,15	50,60	5,64	43,40	8,76	21,01	0,67	14,67	6,00	0,90	101,33	21,34	122,67	17,40
50 +	25,81	28,00	46,19	5,62	33,19	4,44	15,50	0,65	12,33	6,30	0,77	77,87	19,28	97,15	19,85
TRINCHEIRA T2															
0-10	31,79	5,78	62,43	5,84	47,65	15,12	15,72	9,74	26,33	8,70	1,03	70,67	44,77	115,44	38,78
10 a 20	30,43	17,93	51,64	5,96	39,14	18,60	19,69	8,13	18,00	5,30	0,97	76,80	31,43	108,23	29,04
22-80	28,34	20,34	51,32	6,08	40,84	14,28	20,08	4,57	11,67	5,00	0,83	70,53	21,24	91,77	23,14
80-118	33,71	19,94	46,35	5,88	27,23	6,44	17,95	4,08	28,33	4,00	0,73	80,33	36,41	116,74	31,19
118 +	28,15	17,62	54,23	5,50	16,01	4,20	14,31	1,89	17,33	4,00	1,33	68,00	23,22	91,22	25,45
TRINCHEIRA T3															
0-12	26,11	21,09	52,80	6,24	42,55	15,00	20,78	5,69	39,67	10,70	0,80	69,87	56,06	125,93	44,52
12 a 42	20,78	12,87	66,35	6,23	43,40	10,68	20,94	1,98	32,00	8,30	0,87	70,67	42,28	112,95	37,43
42-70	25,21	18,82	55,97	6,34	27,23	5,28	20,84	0,82	33,33	8,30	0,80	61,67	42,45	104,12	40,77
70-120	25,76	16,89	57,35	6,47	22,12	3,96	20,75	0,55	27,33	5,70	0,77	56,93	33,58	90,51	37,10
120 +	37,99	11,54	50,47	6,49	15,32	3,60	22,09	0,40	24,33	6,30	0,77	55,00	31,03	86,03	36,07

ANEXO D - Descrição morfológica das tradagens de solo estudados

Nome: **TE1**

Data: 07/07/2009

Relevo local/Declividade: *Suave Ondulado*

Material de Origem: *Basalto*

Formação Geológica: *Serra Geral JK_{SG}*

Transecto	Ponto	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência	Textura
			Seca	Úmida		
TE1	P1	0-20 ***	10R 3/4	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		20-40 ***	10R 3/4	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		40-60 ⁽¹⁾ ***	5YR 3/4	5YR 3/3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		60-80 ⁽¹⁾ ***	5YR 3/4 a *5YR6/8	5YR 3/3	Plástico e pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ ***	5YR 3/4	5YR 3/3	Plástico e pegajoso	Argilosa
	P2	0-20 ***	10R 3/4	10R 3 /3	Plástico e Pouco Peg.	Argilo arenosa
		20-40***	10R 3/6	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		40-60***	10R 3 /4	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		60-80 ⁽¹⁾ ***	10R 3/3	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ ***	10 R 3/3	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilosa
	P3	0-20 ***	10R 3/6	10R 3 /3	Pouco Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		20-40***	10R 3 /4	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilosa
		40-60***	10 R 3/3	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilosa
		60-80	10 R 3/3	10R 3 /3	Muito. Plástico e Pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾	10R 3 /4	10R 3 /3	Muito. Plástico e Pegajoso	Argilosa

⁽¹⁾ M: mosqueados; N: nódulos, Atração magnética forte***, média**, fraca*

Nome: TE2

Data: 08/07/2009

Relevo local/Declividade: Suave Ondulado

Material de Origem: Basalto

Formação Geológica: Serra Geral JK_{SG}

Transecto	Ponto	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência	Textura
			Seca	Úmida		
TE2	P1	0-20 ***	10R 3/4	10R 3/3	Não plástico pouco peg	Argilo arenosa
		20-40***	10R 3/4	10R 3/3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		40-60***	10R 3/3	10R 3/3	Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		60-80***	10R 3/3	10R 3/3	Plástico e pegajoso	Argilosa
		80-100***	10R 3/4	10R 3/3	Plástico e pegajoso	Argilosa
	P2	0-20 ***	10R 3/4	10R 3/4	Plástico e pegajoso	Argilo arenosa
		20-40 ⁽¹⁾ ***	10R 3/4	10R 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argiloarenosa
		40-60 ⁽¹⁾ ***	10R 3/4	10R 3/4	Plástico e pegajoso	Argilosa
		60-80 ⁽¹⁾ ***	10R 3/4	10R 3/4	Plástico e pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ ***	10R 3/4	10R 3/3	Plástico e pegajoso	Argilosa
	P3	0-20 ***	2,5YR 3/6	2,5YR 3/4	Plástico e pegajoso	Argilosa
		20-40***	2,5YR 3/6	2,5YR 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		40-60 ⁽¹⁾ ***	10R 3/4	10R 3/3	Plástico e pegajoso	Argilosa
		60-80 ⁽¹⁾ ***	10R 3/4	10R 3/3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ ***	10R 3/4	10R 3/3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
	P4	0-20 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	10R 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		20-40 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	2,5YR 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		40-60 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	10R 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		60-80 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	10R 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	2,5YR 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa

⁽¹⁾ M: mosqueados; N: nódulos, Atração magnética forte***, média**, fraca*

Observações:

TE2P1 ->

60-80: a camada é adensada próximo aos 65 cm, porém pouco expressa

80-100: presença abundante de carvão

TE2P2

0-20: camada mais adensada a 20 cm

40-60 presença de laterita

TE2P3

20-40: camada adensada a partir de 25 cm

40-60: camada adensada e presença de mosqueados alaranjados,

60-80- presença de mosqueado alaranjado e nódulos de hematita

Nome: **TE3**

Data: 09/07/2009

Relevo local/Declividade: *Suave Ondulado*Material de Origem: *Basalto*Formação Geológica: *Serra Geral JK_{SG}*

Transecto	Ponto	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência Molhada	Textura
			Seca	Úmida		
TE3	P1	0-20 ***	2,5YR 3/4	2,5YR 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		20-40***	2,5YR 3/4	2,5YR 3/4	Plástico e Pegajoso	Argilosa
		40-60**	2,5YR 3/4	2,5YR 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		60-80*	2,5YR 3/4	2,5YR 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ *	2,5YR 3/4	2,5YR 3/4	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
	P2	0-20 ***	2,5YR 3/4	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		20-40***	2,5YR 3/6	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		40-60 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		60-80 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ **	2,5YR 3/4	10R 3 /3	Muito Plástico e Pegajoso	Argilosa
	P3	0-20 ***	2,5YR 3/6	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilo arenosa
		20-40***	2,5YR 3/4	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilosa
		40-60 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilosa
		60-80 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/6	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilosa
		80-100 ⁽¹⁾ ***	2,5YR 3/4	10R 3 /3	Plástico e Pegajoso	Argilosa

⁽¹⁾ M: mosqueados; N: nódulos, Atração magnética forte***, média**, fraca*

Observações:

TE3P1

20-40: leve presença de mosqueados alaranjados

40-60: camada mais úmida com mosqueado alaranjado

TE3P2

20-40 - presença de cascalho a partir de 30cm

ANEXO E - Distribuição granulométrica (NaOH) dos solos no transecto 1, dentro da mata ciliar

AMOSTRA	LOCAL	PROF.	A Total	Silte	Argila
1	TM 1.1	0-20	32.42	16.84	50.73
2		20-40	36.07	17.20	46.74
3		40-50	39.06	15.00	45.94
4	TM1.2	0-20	23.07	19.91	57.02
5		20-30	27.38	17.31	55.31
6		30-40	29.89	16.90	53.22
7		40-50	29.30	17.54	53.16
8		50-60	30.55	17.56	51.89
9		60-70	29.13	19.16	51.71
10		70-80	28.69	18.68	52.63
11		80-90	29.56	19.75	50.69
12		90-100	29.01	20.22	50.77
13	TM 1.3	0-10	36.21	14.83	48.96
14		10 A 20	29.66	17.25	53.09
15		20-30	27.67	17.71	54.62
16		30-40	26.92	17.41	55.67
17		40-50	26.95	17.86	55.19
18		50-60	28.40	18.69	52.91
19		60-70	27.44	16.53	56.03
20		70-80	29.58	15.47	54.95
21		80-90	28.82	17.12	54.05
22		90-100	29.99	22.34	47.67
23	TM 1.4	0-10	29.02	16.06	54.92
24		10 A 20	32.18	15.63	52.18
25		20-30	34.49	11.10	54.41
26		30-40	33.76	15.01	51.22
27		40-50	36.05	13.26	50.70
28		50-60	36.62	11.79	51.59
29		60-70	37.98	7.75	54.26
30	TM 1.5	0-10	35.41	10.21	54.37
31		10 A 20	47.68	5.38	46.95
32		20-30	31.52	16.01	52.47
33		30-40	32.60	15.47	51.93
34	TM 1.6	0-10	37.08	15.96	46.95
35		10 A 20	40.96	14.57	44.47

ANEXO F - Distribuição granulométrica (NaOH) dos solos no transecto 2, dentro da mata ciliar

AMOSTRA	LOCAL	PROF.	A Total	Silte	Argila
36	TM 2.1	0-10	38.42	6.43	55.15
37		10 A 20	38.90	7.88	53.22
38		20-30	29.35	23.45	47.20
39		30-40	31.19	17.94	50.87
40		40-50	27.95	19.68	52.37
41		50-60	25.94	20.09	53.98
42		60-70	26.64	21.39	51.97
43		70-80	31.01	11.78	57.21
44		80-90	30.79	16.71	52.50
45		90-100	30.81	15.58	53.61
46	TM 2.2	0-10	31.85	22.77	45.38
47		10 A 20	30.89	18.17	50.94
48		20-30	32.44	12.96	54.60
49		30-40	35.78	13.23	50.99
50		40-50	32.65	15.27	52.08
51		50-60	26.61	27.46	45.93
52		60-70	31.38	16.63	51.99
53		70-80	29.66	14.76	55.59
54		80-90	35.98	10.32	53.70
55		90-100	35.30	13.70	51.01
56	TM 2.3	0-10	43.36	7.35	49.29
57		10 A 20	39.23	58.68	2.09
58	TM 2.4	0-10	35.41	13.96	50.63
59		10 A 20	32.06	19.31	48.63
60	TM 2.5	0-10	33.84	16.95	49.21
61					
62	TM 2.6	0-10	37.91	10.99	51.10
63		10 A 20	48.38	5.60	46.02

ANEXO G - Distribuição granulométrica (NaOH) dos solos no transecto 3, dentro da mata ciliar

AMOSTRA	LOCAL	PROF.	A Total	Silte	Argila
64	TM 3.1	0-10	35.04	18.77	46.19
65		10 A 20	39.53	4.16	56.31
66	TM 3.2	0-10	29.80	22.48	47.72
67		10 A 20	39.24	1.79	58.97
68		20-30	28.71	17.53	53.76
69		30-40	34.68	8.19	57.13
70	TM 3.3	0-10	37.01	17.73	45.26
71		10 A 20	35.24	17.14	47.62
72	TM 3.4	0-10	48.39	16.01	35.60
73		10 A 20	53.25	14.49	32.26
74	TM 3.5	0-10	31.73	20.03	48.24
75		10 A 20	25.89	18.68	55.43
76		20-30	24.06	16.21	59.73
77		30-40	19.25	15.92	64.83
78		40-50	19.13	15.22	65.64
79		50-60	19.16	17.51	63.33
80		60-70	18.84	15.82	65.34
81		70-80	19.67	15.86	64.46
82		80-90	19.21	14.57	66.23
83		90-100	19.14	17.88	62.98

ANEXO H - Distribuição granulométrica (Água) dos solos no transecto 1, dentro da mata ciliar

AMOSTRA	LOCAL	PROF.	A Total	Silte	Argila
1	TM 1.1	0-20	44.98	53.61	1.41
2		20-40	41.39	55.90	2.72
3		40-50	41.27	58.73	0.00
4	TM1.2	0-20	47.92	52.08	0.00
5		20-30	56.18	43.82	0.00
6		30-40	57.12	42.88	0.00
7		40-50	55.01	44.99	0.00
8		50-60	53.76	46.24	0.00
9		60-70	49.94	50.06	0.00
10		70-80	50.81	49.19	0.00
11		80-90	50.98	49.02	0.00
12		90-100	53.23	46.77	0.00
13	TM 1.3	0-10	65.42	34.58	0.00
14		10 A 20	47.24	52.76	0.00
15		20-30	41.36	57.33	1.31
16		30-40	39.94	58.73	1.34
17		40-50	47.38	49.92	2.71
18		50-60	57.49	41.19	1.32
19		60-70	54.41	44.27	1.32
20		70-80	57.75	40.88	1.37
21		80-90	57.73	42.27	0.00
22		90-100	60.78	39.22	0.00
23	TM 1.4	0-10	50.29	49.71	0.00
24		10 A 20	52.79	41.14	6.07
25		20-30	57.10	38.36	4.53
26		30-40	62.31	37.69	0.00
27		40-50	63.69	36.31	0.00
28		50-60	60.29	39.71	0.00
29		60-70	59.00	41.00	0.00
30	TM 1.5	0-10	63.21	35.31	1.48
31		10 A 20	71.68	26.85	1.47
32		20-30	68.99	29.70	1.31
33		30-40	67.04	31.57	1.38
34	TM 1.6	0-10	43.85	54.57	1.59
35		10 A 20	79.30	20.70	0.00

ANEXO I - Distribuição granulométrica (Água) dos solos no transecto 2, dentro da mata ciliar

AMOSTRA	LOCAL	PROF.	A Total	Silte	Argila
36	TM 2.1	0-10	59.25	34.62	6.13
37		10 A 20	79.26	14.66	6.08
38		20-30	0.00	93.91	6.09
39		30-40	63.11	29.62	7.27
40		40-50	59.37	35.12	5.51
41		50-60	57.70	36.62	5.68
42		60-70	59.14	35.39	5.47
43		70-80	54.20	42.93	2.86
44		80-90	55.45	43.13	1.42
45		90-100	79.12	20.88	0.00
46	TM 2.2	0-10	62.35	32.15	5.50
47		10 A 20	59.75	37.50	2.75
48		20-30	63.85	33.28	2.87
49		30-40	67.31	31.24	1.46
50		40-50	61.13	37.38	1.49
51		50-60	59.97	38.39	1.64
52		60-70	61.36	37.08	1.56
53		70-80	59.65	38.94	1.41
54		80-90	69.93	30.07	0.00
55		90-100	69.80	30.20	0.00
56	TM 2.3	0-10	69.10	30.90	0.00
57		10 A 20	65.60	34.40	0.00
58	TM 2.4	0-10	57.07	42.93	0.00
59		10 A 20	59.07	40.93	0.00
60	TM 2.5	0-10	59.75	40.25	0.00
61					
62	TM 2.6	0-10	56.85	43.15	0.00
63		10 A 20	74.63	25.37	0.00

ANEXO J - Distribuição granulométrica (Água) dos solos no transecto 3, dentro da mata ciliar

AMOSTRA	LOCAL	PROF.	A Total	Silte	Argila
64	TM 3.1	0-10	39.47	53.81	6.71
65		10 A 20	36.81	59.11	4.08
66	TM 3.2	0-10	37.73	59.62	2.65
67		10 A 20	33.48	63.80	2.72
68		20-30	31.67	66.99	1.34
69		30-40	31.45	67.19	1.36
70	TM 3.3	0-10	46.35	49.65	3.99
71		10 A 20	39.81	56.22	3.97
72	TM 3.4	0-10	54.61	42.75	2.64
73		10 A 20	58.44	38.87	2.69
74	TM 3.5	0-10	48.61	47.13	4.26
75		10 A 20	38.58	58.65	2.77
76		20-30	35.89	59.84	4.27
77		30-40	31.45	64.32	4.23
78		40-50	29.69	67.51	2.79
79		50-60	32.93	64.32	2.75
80		60-70	30.88	66.28	2.84
81		70-80	31.75	66.84	1.40
82		80-90	32.48	66.14	1.38
83		90-100	37.16	61.47	1.37

ANEXO K - Distribuição granulométrica (NaOH) dos solos no transecto TE1, na braquiária

AMOSTRA	PONTO	PROF.	Areia	Silte	Argila
1	TE1P1	0-20	31.79	5.78	62.43
2	TE1P1	20-40	26.97	13.70	59.33
3	TE1P1	40-60	25.65	4.55	69.80
4	TE1P1	60-80	23.49	14.14	62.37
5	TE1P1	80-100	22.53	7.81	69.66
6	TE1P2	0-20	31.12	24.39	44.49
7	TE1P2	20-40	29.29	24.57	46.15
8	TE1P2	40-60	26.41	21.23	52.36
9	TE1P2	60-80	24.10	17.76	58.14
10	TE1P2	80-100	22.08	15.49	62.43
11	TE1P3	0-20	23.97	19.45	56.58
12	TE1P3	20-40	21.77	22.14	56.09
13	TE1P3	40-60	22.73	13.46	63.80
14	TE1P3	60-80	24.58	16.94	58.47
15	TE1P3	80-100	24.51	18.38	57.11

ANEXO L - Distribuição granulométrica (NaOH) dos solos no transecto TE2, na braquiária

AMOSTRA	PONTO	PROF.	Areia	Silte	Argila
16	TE2P1	0-20	29.58	16.13	54.29
17	TE2P1	20-40	26.61	17.69	55.70
18	TE2P1	40-60	26.76	13.65	59.59
19	TE2P1	60-80	26.69	12.17	61.13
20	TE2P1	80-100	25.54	5.09	69.37
21	TE2P2	0-20	20.29	19.88	59.83
22	TE2P2	20-40	17.77	17.56	64.68
23	TE2P2	40-60	20.60	15.26	64.14
24	TE2P2	60-80	21.66	15.98	62.37
25	TE2P2	80-100	23.74	16.11	60.15
26	TE2P3	0-20	26.70	17.23	56.07
27	TE2P3	20-40	20.30	18.86	60.84
28	TE2P3	40-60	22.25	16.32	61.43
29	TE2P3	60-80	25.82	15.39	58.79
30	TE2P3	80-100	26.47	17.32	56.21
31	TE2P4	0-20	19.08	26.86	54.05
32	TE2P4	20-40	15.97	20.90	63.13
33	TE2P4	40-60	16.68	20.61	62.71
34	TE2P4	60-80	19.26	21.22	59.52
35	TE2P4	80-100	19.56	23.13	57.30

ANEXO M - Distribuição granulométrica (NaOH) dos solos no transecto TE3, na braquiária

AMOSTRA	PONTO	PROF.	Areia	Silte	Argila
36	TE3P1	0-20	21.28	20.39	58.33
37	TE3P1	20-40	16.40	17.58	66.02
38	TE3P1	40-60	17.55	14.62	67.83
39	TE3P1	60-80	18.76	18.00	63.24
40	TE3P1	80-100	21.23	20.49	58.28
41	TE3P2	0-20	21.08	30.27	48.65
42	TE3P2	20-40	18.30	27.04	54.66
43	TE3P2	40-60	18.92	26.07	55.01
44	TE3P2	60-80	19.17	30.10	50.73
45	TE3P2	80-100	14.45	46.17	39.39
46	TE3P3	0-20	13.24	36.55	50.21
47	TE3P3	20-40	26.09	12.61	61.30
48	TE3P3	40-60	23.64	14.76	61.60
49	TE3P3	60-80	22.68	12.56	64.76
50	TE3P3	80-100	21.37	11.55	67.07

ANEXO N - Distribuição granulométrica (Água) dos solos no transecto TE1, na braquiária

AMOSTRA	PONTO	PROF.	Areia	Silte	Argila
1	TE1P1	0-20	67.28	31.95	0.77
2	TE1P1	20-40	68.52	30.70	0.77
3	TE1P1	40-60	90.54	8.63	0.82
4	TE1P1	60-80	57.68	42.32	0.00
5	TE1P1	80-100	56.53	43.47	0.00
6	TE1P2	0-20	57.73	40.88	1.39
7	TE1P2	20-40	51.41	48.59	0.00
8	TE1P2	40-60	45.89	54.11	0.00
9	TE1P2	60-80	43.82	56.18	0.00
10	TE1P2	80-100	50.14	48.44	1.42
11	TE1P3	0-20	52.34	43.71	3.95
12	TE1P3	20-40	49.04	48.29	2.67
13	TE1P3	40-60	47.29	51.41	1.30
14	TE1P3	60-80	49.17	49.53	1.30
15	TE1P3	80-100	53.14	45.56	1.30

ANEXO O - Distribuição granulométrica (Água) dos solos no transecto TE2, na braquiária

AMOSTRA	PONTO	PROF.	Areia	Silte	Argila
16	TE2P1	0-20	56.18	36.58	7.24
17	TE2P1	20-40	55.39	42.51	2.10
18	TE2P1	40-60	53.19	46.04	0.78
19	TE2P1	60-80	49.25	49.97	0.78
20	TE2P1	80-100	48.38	50.85	0.77
21	TE2P2	0-20	49.27	47.35	3.38
22	TE2P2	20-40	50.63	48.57	0.79
23	TE2P2	40-60	55.37	42.54	2.09
24	TE2P2	60-80	63.24	35.96	0.80
25	TE2P2	80-100	55.75	43.46	0.78
26	TE2P3	0-20	42.59	56.04	1.37
27	TE2P3	20-40	41.01	56.22	2.77
28	TE2P3	40-60	35.76	61.57	2.67
29	TE2P3	60-80	32.23	66.49	1.28
30	TE2P3	80-100	34.40	62.93	2.68
31	TE2P4	0-20	34.76	62.54	2.70
32	TE2P4	20-40	34.62	63.97	1.40
33	TE2P4	40-60	34.95	63.63	1.43
34	TE2P4	60-80	34.97	63.54	1.49
35	TE2P4	80-100	36.67	60.66	2.67

ANEXO P - Distribuição granulométrica (Água) dos solos no transecto TE3, na braquiária

AMOSTRA	PONTO	PROF.	Areia	Silte	Argila
36	TE3P1	0-20	37.47	58.36	4.17
37	TE3P1	20-40	29.69	65.90	4.40
38	TE3P1	40-60	36.79	60.44	2.77
39	TE3P1	60-80	27.50	71.03	1.47
40	TE3P1	80-100	24.79	73.68	1.53
41	TE3P2	0-20	48.76	48.54	2.70
42	TE3P2	20-40	38.32	58.80	2.88
43	TE3P2	40-60	41.53	58.47	0.00
44	TE3P2	60-80	44.98	53.61	1.41
45	TE3P2	80-100	34.87	63.06	2.07
46	TE3P3	0-20	54.02	42.02	3.96
47	TE3P3	20-40	63.89	33.45	2.67
48	TE3P3	40-60	67.27	30.16	2.57
49	TE3P3	60-80	87.89	6.08	6.02
50	TE3P3	80-100	89.97	5.46	4.57

ANEXO Q - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – TM1)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Pa	Grau de seleção	Média	Mediana
1	TM 1.1	0-20	2.0527	2.1185	-0.1381	1.1694	1.129	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
2		20-40	1.5787	1.7493	-0.1264	0.6999	1.3649	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
3		40-50	1.7343	1.8274	-0.108	0.6735	1.3181	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
4	TM1.2	0-20	2.2842	2.1414	0.0553	1.1067	0.9384	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
5		20-30	2.2997	2.1875	0.0264	1.1585	0.865	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
6		30-40	2.2438	2.1214	0.0344	1.2611	0.8748	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
7		40-50	2.2186	2.0506	0.1039	1.2197	0.8845	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
8		50-60	2.0207	2.0254	-0.081	1.2582	1.0629	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
9		60-70	2.0545	2.1223	-0.1392	1.1795	1.1244	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
10		70-80	1.9696	2.0264	-0.1184	1.2211	1.1185	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
11		80-90	2.0412	2.1105	-0.1467	1.0906	1.1179	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
12		90-100	1.9024	1.9844	-0.1324	1.2543	1.1499	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
13	TM 1.3	0-10	2.2837	2.2109	-0.0759	1.3123	0.9289	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
14		10 A 20	2.0467	2.1441	-0.1795	1.2546	1.1385	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
15		20-30	2.335	2.2214	0.0289	1.0585	0.9258	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
16		30-40	1.9935	2.1113	-0.1705	1.1643	1.2259	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
17		40-50	2.311	2.1932	0.0149	1.1326	0.9439	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
18		50-60	2.2708	2.1459	0.02	1.176	0.9405	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
19		60-70	2.2816	2.1532	0.0301	1.1519	0.9225	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
20		70-80	2.3086	2.2065	-0.0003	1.1607	0.8991	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
21		80-90	2.2752	2.147	0.0297	1.1567	0.9002	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
22		90-100	2.0958	2.192	-0.1711	1.1418	1.1735	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
23	TM 1.4	0-10	1.9926	1.9932	-0.0426	1.1609	1.0855	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
24		10 A 20	1.9348	1.9684	-0.0623	1.1534	1.095	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
25		20-30	2.2348	2.0869	0.0671	1.1923	0.8974	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
26		30-40	2.3447	2.2561	-0.0107	1.1489	0.883	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
27		40-50	2.2162	2.071	0.1183	1.226	0.8058	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
28		50-60	2.2654	2.1583	-0.0057	1.3102	0.8895	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
29		60-70	2.1572	2.0182	0.0581	1.4238	0.874	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
30	TM 1.5	0-10	1.9638	2.0313	-0.1417	1.3116	1.1045	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
31		10 A 20	1.8607	1.9316	-0.1145	1.346	1.103	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
32		20-30	2.2792	2.161	0.0152	1.2018	0.8968	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
33		30-40	2.3047	2.1804	0.0395	1.1838	0.8717	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
34	TM 1.6	0-10	1.727	1.861	-0.1528	0.9302	1.1448	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
35		10 A 20	1.8616	1.9876	-0.1767	1.3359	1.1669	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média

ANEXO R - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – TM2)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
36	TM 2.1	0-10	2.0165	2.0442	-0.0828	1.1328	1.1073	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
37		10 A 20	2.0593	2.0956	-0.0923	1.1134	1.0979	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
38		20-30								
39		30-40	2.2296	2.0665	0.1	1.2	0.8756	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
40		40-50	2.2453	2.0854	0.0805	1.1782	0.9118	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
41		50-60	2.042	2.0208	-0.0391	1.1902	1.0562	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
42		60-70	2.0848	2.1045	-0.0907	1.1599	1.0696	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
43		70-80	2.0732	2.1163	-0.1228	1.1771	1.0992	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
44		80-90	2.3356	2.2396	-0.0106	1.0934	0.933	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
45		90-100	2.3419	2.245	0.008	1.0854	0.8989	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
46	TM 2.2	0-10	1.8748	1.9237	-0.0643	0.8019	1.1523	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
47		10 A 20	1.8273	1.9019	-0.0943	0.816	1.1698	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
48		20-30	1.9075	1.9488	-0.0718	1.2467	1.0615	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
49		30-40	2.2264	2.0828	0.0712	1.2207	0.8736	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
50		40-50	2.087	2.1095	-0.0916	1.1567	1.053	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
51		50-60	2.2337	2.061	0.1031	1.1683	0.9108	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
52		60-70	2.2219	2.0535	0.1051	1.2021	0.8846	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
53		70-80	1.709	1.8285	-0.1257	1.6432	1.0234	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
54		80-90	2.3125	2.2194	0.0355	1.1219	0.7987	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
55		90-100	2.2739	2.1503	0.1119	1.1016	0.7715	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
56	TM 2.3	0-10	2.2291	2.1188	0.0911	1.2084	0.758	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
57		10 A 20	1.802	1.8846	-0.1157	1.5459	1.0326	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
58	TM 2.4	0-10	2.0565	2.1755	-0.2259	1.148	1.0546	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
59		10 A 20	2.5545	2.5948	-0.1715	1.0151	0.8874	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
60	TM 2.5	0-10	2.3712	2.2814	-0.0013	1.0748	0.9105	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
61		10 A 20								
62	TM 2.6	0-10	1.7239	1.8415	-0.1351	0.9744	1.1578	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
63		10 A 20	1.6208	1.8564	-0.2268	0.9093	1.2014	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média

ANEXO S - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – TM3)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
64	TM 3.1	0-10	2.1063	2.1965	-0.1669	1.1277	1.1335	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
65		10 A 20	2.0869	2.1971	-0.187	1.1256	1.18	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
66	TM 3.2	0-10	2.3652	2.2884	-0.0419	1.0972	0.9282	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
67		10 A 20	2.3341	2.2416	-0.0429	1.16	0.9781	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
68		20-30	2.0109	2.1345	-0.1883	1.1522	1.2021	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
69		30-40	1.7696	1.9933	-0.2076	0.7719	1.3463	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
70	TM 3.3	0-10	2.0454	2.1146	-0.152	1.1878	1.1208	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
71		10 A 20	2.3157	2.1976	0.0159	1.1128	0.9303	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
72	TM 3.4	0-10	1.9959	1.9989	-0.0787	1.2868	1.0519	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
73		10 A 20	1.9729	1.9681	-0.0589	1.3386	1.0179	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
74	TM 3.5	0-10	2.4814	2.4636	-0.0739	1.0052	0.8288	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
75		10 A 20	2.3544	2.2626	-0.0138	1.0996	0.9231	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
76		20-30	2.4237	2.3681	-0.04	0.9833	0.8931	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
77		30-40	2.4931	2.5149	-0.1468	0.9663	0.902	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
78		40-50	2.4283	2.4024	-0.0911	0.989	0.9171	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
79		50-60	2.4593	2.447	-0.1037	0.9917	0.8954	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
80		60-70	2.3768	2.3059	-0.0483	1.0075	0.9496	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
81		70-80	2.422	2.3861	-0.0812	1.0057	0.9038	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
82		80-90	2.3904	2.3421	-0.0842	1.0529	0.9502	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
83		90-100	2.4717	2.4633	-0.1027	0.9701	0.8862	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina

ANEXO T - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – TE1)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
1	TE1P1	0-20	2.2445	2.128	0.0842	1.2076	0.7874	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
2	TE1P1	20-40	2.2499	2.1238	0.0908	1.1934	0.7984	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
3	TE1P1	40-60	1.864	1.957	-0.147	1.3476	1.0964	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
4	TE1P1	60-80	2.2794	2.1332	0.073	1.2004	0.896	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
5	TE1P1	80-100	2.0054	2.0732	-0.1289	1.2081	1.1738	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
16	TE1P1	0-20	2.2516	2.0984	0.0738	1.2358	0.9002	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
17	TE1P1	20-40	1.8833	2.0197	-0.1517	0.8031	1.3222	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
18	TE1P1	40-60	1.7642	1.9825	-0.1735	0.7067	1.4346	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
19	TE1P1	60-80	2.0215	2.0732	-0.1373	1.2677	1.0961	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
20	TE1P1	80-100	1.8239	1.92	-0.1533	1.54	1.0924	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
21	TE1P2	0-20	2.297	2.1842	0.0021	1.2396	0.9173	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
22	TE1P2	20-40	1.9834	2.063	-0.1519	1.2675	1.128	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
23	TE1P2	40-60	1.8668	1.9761	-0.1491	1.2153	1.202	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
24	TE1P2	60-80	1.85	1.9614	-0.1495	0.8438	1.2187	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
25	TE1P2	80-100	2.0455	2.1459	-0.1632	1.1162	1.1929	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
26	TE1P3	0-20	2.3622	2.2564	-0.0333	1.1864	1.0063	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
27	TE1P3	20-40	2.0264	2.0774	-0.1116	1.147	1.1588	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
28	TE1P3	40-60	2.3602	2.2635	-0.0466	1.1479	1.0223	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
29	TE1P3	60-80	1.9473	2.0427	-0.1647	1.2045	1.1819	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
30	TE1P3	80-100	1.8679	1.9701	-0.1446	0.8252	1.2244	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média

ANEXO U - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – TE2)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
7	TE2P1	20-40	1.7366	1.8838	-0.1528	0.8399	1.2591	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
8	TE2P1	40-60	1.8579	1.9309	-0.1139	1.264	1.1626	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
9	TE2P1	60-80	1.1618	1.7779	-0.1404	0.7722	1.245	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
10	TE2P1	80-100	2.3581	2.2565	-0.0028	1.0578	0.9737	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
11	TE2P2	0-20	2.3645	2.2596	-0.0009	1.047	0.9786	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
12	TE2P2	20-40	2.1621	2.2355	-0.1372	1.0484	1.1421	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
13	TE2P2	40-60	2.333	2.2093	0.0449	1.015	0.9512	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
14	TE2P2	60-80	2.3634	2.27	0.0048	1.0254	0.9359	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
15	TE2P2	80-100	2.2756	2.1567	0.0397	1.2231	0.8569	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
16	TE2P3	0-20	2.2996	2.1782	0.017	1.1936	0.9334	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
17	TE2P3	20-40	2.0779	2.1625	-0.1607	1.1293	1.2134	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
18	TE2P3	40-60	2.1446	2.2018	-0.1446	1.1353	1.1229	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
19	TE2P3	60-80	2.4562	2.4634	-0.1778	1.1401	1.0283	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
20	TE2P3	80-100	2.4319	2.3949	-0.1165	1.1169	1.0163	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
31	TE2P4	0-20	2.4518	2.443	-0.1597	1.1482	1.0196	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
32	TE2P4	20-40	2.3805	2.3074	-0.0669	1.1117	1.0181	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
33	TE2P4	40-60	2.4724	2.4798	-0.1687	1.0989	1.0084	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
34	TE2P4	60-80	2.4533	2.4583	-0.1746	1.124	1.0257	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
35	TE2P4	80-100	2.4455	2.4633	-0.192	1.1382	1.0455	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina

ANEXO V - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – TE3)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
6	TE3P1	0-20	2.1211	2.1676	-0.1033	1.0346	1.2536	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
7	TE3P1	20-40	2.1587	2.2081	-0.1244	1.0703	1.1261	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
8	TE3P1	40-60	2.0567	2.0816	-0.1047	1.1393	1.1761	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
9	TE3P1	60-80	2.4367	2.4277	-0.1526	1.1177	1.0129	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
10	TE3P1	80-100	2.5367	2.5018	-0.1318	1.0134	1.1214	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
11	TE3P2	0-20	2.1328	2.2088	-0.2762	3.0092	0.7717	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
12	TE3P2	20-40	2.0275	2.0916	-0.1272	1.1696	1.1711	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
13	TE3P2	40-60	1.8199	1.9204	-0.1238	0.803	1.241	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
14	TE3P2	60-80	1.8317	1.9414	-0.1315	0.8061	1.2543	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
15	TE3P2	80-100	1.9477	2.0198	-0.1249	1.1776	1.1821	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
1	TE3P3	0-20	1.9568	2.014	-0.1093	1.1683	1.1595	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
2	TE3P3	20-40	2.2636	2.1398	0.0039	1.2687	0.9512	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
3	TE3P3	40-60	2.0031	2.0453	-0.1183	1.2299	1.1118	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
4	TE3P3	60-80	1.9146	1.9769	-0.1223	1.2251	1.1783	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
5	TE3P3	80-100	2.2007	2.1566	-0.0753	1.2804	0.8525	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina

ANEXO X - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – SerraGrota)**Continua**

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Pd	Grau de seleção	Média	Mediana
84	T2 P1	0-20	2.3526	2.2079	0.1363	1.0724	0.8122	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
85		20-30	2.3385	2.2488	0.0573	1.101	0.7631	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
86	T5 P4	0-20	2.3016	2.1962	0.0171	1.1308	0.8751	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
87		20-40	2.3101	2.2081	0.0108	1.1094	0.8949	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
88	T6 P5	0-20	2.3248	2.2433	-0.0249	1.1163	0.9176	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
89		20-40	2.2801	2.2518	-0.098	1.1597	0.8723	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
90		40-60	1.8742	1.971	-0.1339	1.3327	1.0047	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
91		60-80	1.8802	1.9716	-0.1273	1.2924	1.0255	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
92		80-100	1.8004	1.9295	-0.1555	1.4126	1.0463	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
93	T7 P6	0-20	2.1119	2.2003	-0.157	1.1118	1.0795	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
94		20-40	2.2298	2.1766	-0.0402	1.2129	0.8262	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
95		40-60	2.1671	2.0881	0.0065	1.2921	0.8142	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
96		60-80	1.804	1.9536	-0.1862	1.5567	0.9287	Moderadamente selecionado	Areia Média	Areia Média
97		80-100	1.8868	2.005	-0.1636	1.4456	0.9877	Moderadamente selecionado	Areia Média	Areia Fina
98	T8 P7	0-20	1.9535	2.0611	-0.1413	1.1003	1.1401	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
99		20-40	1.9265	2.0428	-0.1518	1.112	1.1634	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
100		40-60	1.8684	1.9916	-0.1583	1.3055	1.0419	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
101		60-80	1.7061	1.8592	-0.1627	0.8961	1.0496	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
102		80-100	1.6823	1.8458	-0.1778	0.8887	1.0206	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
103	T9 P7	0-20	2.0766	2.1642	-0.1541	1.1232	1.1069	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
104		20-40	1.9908	2.0614	-0.1328	1.1693	1.1345	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
105		40-60	1.9883	2.0528	-0.1229	1.1348	1.1433	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
106		60-80	1.7586	1.9348	-0.2051	1.5465	0.9973	Moderadamente selecionado	Areia Média	Areia Média
107		80-100	1.639	1.8248	-0.1947	0.9084	1.0379	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
108	T10	0-20	2.3154	2.2264	-0.0229	1.1171	0.9334	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
109		20-40	2.2508	2.1418	0.0079	1.1554	0.8953	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
110		40-60	1.7432	1.9174	-0.2012	1.5895	1.028	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
111		60-80	1.8164	1.9461	-0.1871	1.3647	0.9819	Moderadamente selecionado	Areia Média	Areia Média
112		80-100	1.9366	1.9873	-0.1017	1.24	1.0128	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
113	T12 P8		1.7666	1.8643	-0.1051	0.7433	1.266	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
114	T13 P9	0-20	2.095	2.2247	-0.1893	1.0587	1.1783	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
115		20-40	2.1437	2.2205	-0.1579	1.0841	1.1111	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
116		40-60	1.9613	2.0392	-0.1345	1.1219	1.1785	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
117		60-80	1.8402	1.9463	-0.1292	1.4067	1.0205	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média

ANEXO X - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em água – SerraGrota)

Conclusão

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Pa	Grau de seleção	Média	Mediana
118	P10	P10.1	2.592	2.6034	0.0136	0.7406	0.7164	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
119		P10.2	1.908	2.0134	-0.1526	1.1978	1.1933	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
120		P10.3	1.9155	2.0062	-0.1383	1.1708	1.2087	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
121		P10.4	2.0315	2.0735	-0.1217	1.2571	1.0633	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
122		P10.5	2.2806	2.1596	0.0042	1.1687	0.9541	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
123		P10.6	1.8707	1.9812	-0.1504	1.1874	1.2204	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
124		P10.7	1.6628	1.8946	-0.1944	0.7063	1.3665	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
125	P11	H A	1.9222	1.9969	-0.1326	1.243	1.121	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
126		H A/B	1.4658	1.5988	-0.0887	0.8415	1.2154	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
127		H B	1.7887	1.8774	-0.0892	0.7257	1.3167	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
128		H B/C	1.842	1.9268	-0.0948	0.7186	1.2905	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
129		H C	2.1919	2.531	-0.3521	0.954	1.2905	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
130		H C	3.0138	3.2371	-0.5288	1.8462	0.9936	Moderadamente selecionado	Areia Muito Fina	Areia Muito Fina
131		CONT. MC	2.3002	2.7372	-0.441	0.9321	1.3342	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina

ANEXO Z - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – TM1)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
1	TM 1.1	0-20	1.8977	1.9799	-0.1417	1.2803	1.658	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia média
2		20-40	1.5248	1.6986	-0.1238	0.7151	1.3418	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
3		40-50	1.4997	1.6592	-0.1122	0.7574	1.2998	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
4	TM1.2	0-20	2.3602	2.2758	-0.0523	1.08	0.9244	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
5		20-30	2.3241	2.2483	-0.0259	1.1891	0.8454	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
6		30-40	2.2145	2.1163	-0.0159	1.3513	0.8958	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
7		40-50	2.1769	2.0379	0.0664	1.3104	0.8712	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
8		50-60	1.9441	2.0417	-0.1529	1.2909	1.1648	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
9		60-70	2.0502	2.1598	-0.206	1.2609	1.1183	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
10		70-80	1.8965	2.0625	-0.2155	1.2638	1.1846	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
11		80-90	2.2669	2.1757	-0.0463	1.274	0.945	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
12		90-100	2.0727	2.1652	-0.1969	1.2717	1.0885	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
13	TM 1.3	0-10	1.836	2.1376	-0.3182	1.307	1.2416	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
14		10 A 20	1.9094	2.0913	-0.23	1.234	1.2082	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
15		20-30	1.895	2.0565	-0.1907	1.1976	1.2539	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
16		30-40	1.7771	1.9604	-0.1794	0.8038	1.3123	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
17		40-50	2.0625	2.1353	-0.1441	1.1817	1.0977	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
18		50-60	2.3844	2.3256	-0.0322	1.0731	0.8575	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
19		60-70	2.3706	2.3149	-0.0746	1.1943	0.916	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
20		70-80	2.4126	2.371	-0.064	1.1136	0.8362	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
21		80-90	2.3379	2.2658	-0.0544	1.1937	0.9131	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
22		90-100	1.9606	2.0899	-0.1751	1.1692	1.2378	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
23	TM 1.4	0-10	2.1079	2.165	-0.1476	1.1892	1.1003	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
24		10 A 20	2.2819	2.177	-0.021	1.2186	0.9593	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
25		20-30	2.2672	2.1651	-0.015	1.253	0.9129	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
26		30-40	2.3779	2.3259	-0.0836	1.2225	0.8836	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
27		40-50	2.3026	2.2187	0.017	1.1719	0.8039	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
28		50-60	2.2373	2.1693	-0.0731	1.3476	0.9173	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
29		60-70	1.8986	2.0132	-0.1923	1.4434	1.0754	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
30	TM 1.5	0-10	1.915	2.0582	-0.2149	1.3503	1.1392	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
31		10 A 20	1.8264	1.9884	-0.2136	1.3892	1.1548	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
32		20-30	2.2507	2.16	-0.0292	1.31	0.892	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
33		30-40	2.2432	2.1552	-0.0305	1.3331	0.8852	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
34	TM 1.6	0-10	1.6987	1.9467	-0.2409	0.9019	1.2476	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
35		10 A 20	1.6207	1.9306	-0.2674	0.8065	1.2927	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média

ANEXO A1 - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – TM2)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
36	TM 2.1	0-10	1.7635	1.934	-0.192	1.3511	1.2229	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
37		10 A 20	2.0391	2.1245	-0.1826	1.2826	1.1114	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
38		20-30	2.0334	2.1198	-0.1819	1.3449	1.0857	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
39		30-40	2.2818	2.1996	-0.0459	1.2988	0.8959	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
40		40-50	2.3249	2.2493	-0.057	1.2419	0.92	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
41		50-60	2.3152	2.2319	-0.0457	1.232	0.9306	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
42		60-70	2.3203	2.2365	-0.051	1.236	0.9366	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
43		70-80	2.0567	2.1717	-0.2079	1.2484	1.1322	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
44		80-90	2.3407	2.2698	-0.061	1.2047	0.9485	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
45		90-100	2.3775	2.3297	-0.0998	1.2348	0.9316	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
46	TM 2.2	0-10	2.0977	2.2446	-0.2398	1.2205	1.1771	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
47		10 A 20	2.0526	2.1896	-0.2141	1.2168	1.1757	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
48		20-30	2.3222	2.2345	-0.0002	1.1505	0.8419	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
49		30-40	2.3345	2.2566	0.02	1.0972	0.7857	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
50		40-50	2.3601	2.2821	-0.0116	1.1216	0.859	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
51		50-60	2.3202	2.2342	-0.0181	1.1601	0.8895	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
52		60-70	2.3087	2.2262	-0.0238	1.1794	0.8764	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
53		70-80	1.9392	2.0096	-0.1232	1.3051	1.0442	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
54		80-90	2.3918	2.3457	-0.0031	1.0384	0.7357	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
55		90-100	2.3802	2.3227	0.0234	1.0189	0.7379	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
56	TM 2.3	0-10	2.2578	2.181	0.0306	1.1931	0.7573	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
57		10 A 20	2.1433	1.9963	0.0952	1.392	0.8415	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Média
58	TM 2.4	0-10	2.1249	2.245	-0.2193	1.1855	1.1242	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
59		10 A 20	2.5581	2.615	-0.2331	1.1726	0.9349	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
60	TM 2.5	0-10	2.3409	2.2825	-0.1009	1.2585	0.9732	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
61		10 A 20	1.599	1.8104	-0.188	0.8574	1.2394	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
62	TM 2.6	0-10	1.599	1.8104	-0.188	0.8574	1.2394	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
63		10 A 20	1.4498	1.7242	-0.2184	0.7374	1.2502	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média

ANEXO B1 - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – TM3)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Pa	Grau de seleção	Média	Mediana
64	TM 3.1	0-10	1.9043	2.0419	-0.1869	1.1815	1.2257	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
65		10 A 20	1.9748	2.0644	-0.1533	1.1656	1.1869	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
66	TM 3.2	0-10	2.2743	2.1484	0.0011	1.1808	0.9424	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
67		10 A 20	2.1004	2.1409	-0.1432	1.2019	1.0981	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
68		20-30	1.8463	1.9873	-0.1764	1.1661	1.2504	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
69		30-40	1.6605	1.9017	-0.2024	0.7252	1.3644	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
70	TM 3.3	0-10	1.9651	2.0182	-0.1143	1.1993	1.0954	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
71		10 A 20	2.2711	2.143	0.0094	1.1749	0.9421	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
72	TM 3.4	0-10	1.8468	1.8894	-0.0956	1.3246	1.11	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
73		10 A 20	1.9019	1.9276	-0.0775	1.4245	1.0135	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
74	TM 3.5	0-10	2.4685	2.4563	-0.1	1.056	0.8285	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
75		10 A 20	2.2869	2.1549	0.0324	1.1359	0.9241	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
76		20-30	2.2747	2.1216	0.0661	1.1299	0.9124	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
77		30-40	2.2999	2.1568	0.0489	1.0878	0.9365	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
78		40-50	2.3462	2.2254	0.0586	0.9969	0.8816	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
79		50-60	2.325	2.2018	0.0297	1.0592	0.9227	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
80		60-70	2.3086	2.1697	0.057	1.0668	0.912	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
81		70-80	2.3504	2.2479	0.0102	1.0511	0.9112	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
82		80-90	2.3208	2.203	0.0104	1.1058	0.9398	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
83		90-100	2.3065	2.1757	0.0339	1.0795	0.937	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina

ANEXO C1 - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – TE1)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
1	TE1P1	0-20	2.2823	2.215	-0.0068	1.2008	0.7937	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
2	TE1P1	20-40	2.334	2.2665	-0.0062	1.1286	0.7961	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
3	TE1P1	40-60	1.7833	1.901	-0.1269	0.8367	1.1868	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
4	TE1P1	60-80	2.311	2.2315	-0.0606	1.2746	0.9271	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
5	TE1P1	80-100	2.3831	2.3199	-0.0603	1.1785	0.9141	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
16	TE1P1	0-20	2.213	2.1304	-0.0357	1.3614	0.8846	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
17	TE1P1	20-40	2.2667	2.1687	-0.0234	1.2497	0.9199	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
18	TE1P1	40-60	2.3232	2.2457	-0.0142	1.1699	0.8334	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
19	TE1P1	60-80	1.7496	1.8936	-0.1364	0.8146	1.3313	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
20	TE1P1	80-100	1.6198	1.8057	-0.1381	0.748	1.3773	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
21	TE1P2	0-20	2.2927	2.226	-0.0737	1.364	0.9204	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
22	TE1P2	20-40	2.2917	2.2178	-0.0813	1.3068	0.9521	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
23	TE1P2	40-60	2.0253	2.1875	-0.2501	1.2635	1.1698	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
24	TE1P2	60-80	2.3335	2.2793	-0.1094	1.252	0.9831	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
25	TE1P2	80-100	2.3098	2.261	-0.1158	1.4145	0.9639	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
26	TE1P3	0-20	1.9435	2.1439	-0.2422	1.2292	1.2424	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
27	TE1P3	20-40	1.9709	2.1583	-0.2353	1.2042	1.2439	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
28	TE1P3	40-60	1.8827	2.211	-0.3029	1.153	1.3591	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
29	TE1P3	60-80	1.7574	2.0357	-0.2222	0.7622	1.438	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
30	TE1P3	80-100	1.7991	2.1848	-0.3323	0.1303	1.3802	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina

ANEXO D1 - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – TE2)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
7	TE2P1	20-40	2.3763	2.3081	-0.0333	1.1641	0.8771	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
8	TE2P1	40-60	2.317	2.2313	-0.0542	1.2884	0.971	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
9	TE2P1	60-80	2.3326	2.2672	-0.0925	1.2971	0.976	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
10	TE2P1	80-100	2.3352	2.2705	-0.092	1.2911	0.9613	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
11	TE2P2	0-20	1.9715	2.176	-0.2718	1.2672	1.2016	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
12	TE2P2	20-40	2.1248	2.1875	-0.1539	1.2176	1.1141	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
13	TE2P2	40-60	2.1428	2.2246	-0.1757	1.191	1.1537	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
14	TE2P2	60-80	2.0551	2.1714	-0.1935	1.2194	1.1843	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
15	TE2P2	80-100	2.3937	2.3317	-0.0705	1.1421	0.9663	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
16	TE2P3	0-20	2.3861	2.3216	-0.0722	1.171	0.9668	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
17	TE2P3	20-40	2.1249	2.25	-0.2194	1.2172	1.1664	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
18	TE2P3	40-60	1.9313	2.1891	-0.2572	1.1048	1.3394	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
19	TE2P3	60-80	1.8665	2.0938	-0.2153	0.7928	1.3584	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
20	TE2P3	80-100	1.8983	2.1802	-0.2592	1.0749	1.3773	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
31	TE2P4	0-20	2.0282	2.2825	-0.2803	1.1135	1.3096	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
32	TE2P4	20-40	1.9126	2.1341	-0.2339	1.1648	1.3091	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
33	TE2P4	40-60	1.9705	2.1406	-0.2024	1.1166	1.2842	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
34	TE2P4	60-80	2.0518	2.2411	-0.2402	1.1227	1.2612	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
35	TE2P4	80-100	1.9553	2.1882	-0.2424	1.088	1.3307	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina

ANEXO E1 - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – TE3)

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
6	TE3P1	0-20	1.9964	2.2175	-0.2444	1.1032	1.3142	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
7	TE3P1	20-40	1.9183	1.9594	-0.0919	1.2313	1.2022	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
8	TE3P1	40-60	1.9093	1.9503	-0.0856	1.1826	1.2396	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
9	TE3P1	60-80	1.8294	1.9311	-0.1161	0.8281	1.3107	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
10	TE3P1	80-100	2.0484	2.0978	-0.1144	1.1123	1.2194	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
11	TE3P2	0-20	1.8108	1.9201	-0.1226	0.861	1.3025	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
12	TE3P2	20-40	2.1298	2.2227	-0.1921	1.2337	1.1379	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
13	TE3P2	40-60	1.9294	2.1555	-0.2455	1.1748	1.2969	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
14	TE3P2	60-80	2.0656	2.2286	-0.2362	1.1921	1.2137	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
15	TE3P2	80-100	2.1356	2.2377	-0.2094	1.2249	1.1411	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
1	TE3P3	0-20	2.3943	2.3461	-0.1016	1.2138	0.9685	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
2	TE3P3	20-40	2.2363	2.1624	-0.075	1.3617	0.9423	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
3	TE3P3	40-60	2.2949	2.2334	-0.0985	1.3058	0.9524	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
4	TE3P3	60-80	2.0231	2.2182	-0.2667	1.245	1.206	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
5	TE3P3	80-100	1.7725	2.1365	-0.3126	1.1921	1.3693	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina

ANEXO F1 - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – SerraGrota)

Continua

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Pa	Grau de seleção	Média	Mediana
84	T2 P1	0-20	2.2848	2.2576	0.1257	0.9065	0.5769	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
85		20-30	2.2797	2.2596	-0.0632	1.2669	0.7003	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
86	T5 P4	0-20	2.2701	2.265	-0.1532	1.3842	0.8362	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
87		20-40	2.2758	2.2664	-0.1323	1.324	0.8316	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
88	T6 P5	0-20	2.33	2.3054	-0.126	1.2444	0.8834	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
89		20-40	2.0616	2.2472	-0.2898	1.2755	1.1105	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
90		40-60	2.3038	2.2868	-0.1401	1.2373	0.9155	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
91		60-80	2.3656	2.3528	-0.1528	1.2251	0.906	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
92		80-100	2.3367	2.3246	-0.1616	1.2305	0.9552	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
93	T7 P6	0-20	2.3026	2.263	-0.1062	1.1803	0.9251	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
94		20-40	2.3009	2.2787	-0.1421	1.2613	0.9334	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
95		40-60	2.3019	2.287	-0.155	1.2641	0.9398	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
96		60-80	2.1412	2.2927	-0.2729	1.2324	1.076	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
97		80-100	2.1231	2.2983	-0.285	1.2122	1.1059	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
98	T8 P7	0-20	2.0265	2.2455	-0.2915	1.1845	1.1692	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
99		20-40	1.8607	2.1385	-0.2947	1.1615	1.2575	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
100		40-60	2.0015	2.2225	-0.2825	1.1524	1.192	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
101		60-80	1.8447	2.1184	-0.2823	0.7953	1.28	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
102		80-100	1.8302	2.1224	-0.2885	0.7508	1.3049	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
103	T9 P7	0-20	1.9697	2.1802	-0.2796	1.2398	1.1601	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
104		20-40	1.983	2.2016	-0.2797	1.1682	1.1907	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
105		40-60	1.9649	2.2277	-0.3028	1.0428	1.2599	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
106		60-80	2.0257	2.3632	-0.3775	0.9898	1.2763	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
107		80-100	1.872	2.1226	-0.2682	0.7938	1.2702	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
108	T10	0-20	2.0154	2.1963	-0.2625	1.2254	1.1263	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
109		20-40	1.9709	2.164	-0.2622	1.2087	1.1488	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
110		40-60	1.8974	2.137	-0.2796	1.184	1.2218	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
111		60-80	1.8939	2.1848	-0.3106	1.1457	1.2709	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
112		80-100	1.9857	2.1579	-0.2387	1.1821	1.169	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
113	T12 P8		1.5576	1.75	-0.1491	0.7172	1.3225	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
114	T13 P9	0-20	1.891	2.0705	-0.2163	0.8101	1.2387	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Fina
115		20-40	1.8321	1.9948	-0.1875	0.7949	1.2521	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
116		40-60	1.7723	1.9659	-0.1917	0.7575	1.3066	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
117		60-80	1.7058	1.9056	-0.1871	0.7317	1.3059	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média

ANEXO F1 - Parâmetros estatísticos da fração areia (Distribuição em NaOH – SerraGrota)**Conclusão**

NÚMERO	LOCAL	profund.	Media	Mediana	Assimetria	Curtose	Desvio Padrão	Grau de seleção	Média	Mediana
118	P10	P10.1	2.8053	2.9397	-0.2231	0.8164	0.7076	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
119		P10.2	2.4965	2.4611	-0.0297	0.9153	0.8512	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
120		P10.3	2.0158	2.0353	-0.0857	1.1488	1.0906	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
121		P10.4	2.4871	2.4586	-0.0427	0.9445	0.8266	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
122		P10.5	2.249	2.0496	0.1958	1.0511	0.8236	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
123		P10.6	2.3943	2.2907	0.0242	0.9896	0.9326	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
124		P10.7	1.034	0.8564	0.261	0.7691	1.2282	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Grossa
125	P11	H A	1.5695	1.6908	-0.0939	0.7684	1.2883	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
126		H A/B	1.8141	1.9261	-0.1135	0.7323	1.3332	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
127		H B	1.8529	1.9375	-0.0971	0.7213	1.3164	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Média
128		H B/C	2.3245	2.6905	-0.4098	0.9698	1.2547	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
129		H C	2.9779	3.2343	-0.5103	1.5103	0.9453	Moderadamente selecionado	Areia Fina	Areia Muito Fina
130		H C	2.3849	2.8277	-0.4763	0.952	1.2783	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia Fina
131		CONT. MO	1.3222	0.9093	0.3749	0.7074	1.4189	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia Grossa

ANEXO G1 - Correlação entre nível do solo e precipitação

CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEL DO SOLO E PRECIPITAÇÃO									
ESTACA	R-square		ESTACA	R-square		ESTACA	R-square		ESTACA
	C.O.	S.O.		C.O.	S.O.		C.O.	S.O.	
1	0.25	0.25	34	0.02	0.02	68	0.02	0.02	
2	-0.39	-0.39	35	0.00	0.00	69	0.01	0.01	
3	0.13	0.13	36	0.08	0.08	70	0.05	0.05	
4	0.01	0.01	37	0.00	0.00	71	0.00	0.00	
5	-0.14	-0.14	38	-0.19	-0.19	72	0.15	0.15	
6	0.02	0.02	39	0.07	0.07	73	0.32	0.32	
7	0.02	0.02	40	0.45	-0.03	74	-0.01	-0.01	
8	0.46	0.46	41	0.12	0.12	75	-0.18	-0.18	
9	0.43	0.43	42	0.02	0.02	76	-0.20	-0.20	
10	0.24	0.24	43	-0.12	-0.12	77	-0.10	-0.10	
11	-0.20	-0.20	44	0.15	0.15	78	0.23	0.23	
12	0.00	0.00	45	-0.37	-0.37	79	0.31	0.31	
13	-0.04	-0.04	46	0.25	0.25	80	-0.02	-0.02	
14	0.06	0.06	47	0.08	0.08	81	-0.10	-0.10	
15	0.23	0.23	48	-0.18	-0.18	82	-0.04	-0.04	
16	-0.22	-0.22	49	-0.14	-0.14	83	0.05	0.05	
17	0.00	0.00	50	0.00	0.00	84	-0.03	-0.03	
18	0.39	0.39	51	-0.12	-0.12	85	0.02	0.02	
19	-0.20	-0.20	52	0.07	0.07	86	-0.46	-0.46	
20	-0.08	-0.08	53	0.12	0.12	87	-0.60	-0.60	
21	0.27	0.27	54	0.32	-0.30	88	0.00	0.00	
22	0.00	0.00	55	-0.06	-0.06	89	-0.02	-0.02	
23	-0.03	-0.03	56	-0.02	-0.02	90	0.14	0.14	
24	0.08	0.08	57	0.00	0.00	91	0.43	0.32	
25	0.00	0.00	58	0.07	0.07	92	0.37	-0.07	
26	-0.15	-0.15	59	0.00	0.00	93	0.52	0.01	
27	0.14	0.14	60	0.38	0.38	94	0.46	0.00	
28	0.15	0.15	61	0.37	0.37	95	-0.02	-0.02	
29	0.02	0.02	62	-0.19	-0.19	96	-0.10	-0.10	
30	-0.15	-0.15	63	-0.42	-0.42	97	0.37	0.37	
31	-0.15	-0.15	64	-0.07	-0.07	98	-0.12	-0.12	
32	0.43	0.00	66	0.19	0.19	99	0.00	0.00	
33	0.41	-0.17	67	0.20	0.20	100	0.01	0.01	

ANEXO H1 - Valores extremos de nível do solo

ESTACA	POSIÇÃO	MÊS	NIVELSOLO	STUDENT RESIDUAL	P-VALUE
Est14	A1	15	36.50	8.00	0.00
Est32	A1	2	32.00	4.30	0.03
Est32	A1	3	30.80	4.31	0.03
Est32	A1	4	33.30	4.60	0.01
Est32	A1	5	33.50	4.81	0.00
Est33	A1	3	35.90	4.63	0.01
Est33	A1	4	36.60	4.49	0.01
Est33	A1	5	37.00	4.74	0.00
Est40	A2	2	32.00	4.48	0.01
Est40	A2	3	32.60	4.58	0.01
Est40	A2	4	32.60	4.54	0.01
Est40	A2	5	32.70	4.58	0.01
Est54	A3	2	27.70	4.95	0.00
Est54	A3	3	27.00	5.01	0.00
Est91	G80	2	33.50	4.53	0.01
Est92	G80	1	25.50	4.39	0.02
Est92	G80	2	25.00	4.19	0.05
Est92	G80	3	24.50	4.32	0.03
Est92	G80	4	25.10	4.27	0.04
Est92	G80	5	25.10	4.26	0.04
Est93	G80	1	27.50	4.41	0.02
Est93	G80	2	27.50	4.34	0.03
Est94	G80	2	33.50	4.47	0.01
Est94	G80	3	34.00	4.85	0.00
Est94	G80	4	33.50	4.52	0.01
Est94	G80	5	34.00	4.64	0.01

ANEXO II – Nível do solo na área de estudo a longo do período analisado

Continua

ESTACA	COORDENADAS (UTM)		NÍVEL DO SOLO NO PERÍODO ANALISADO																
	Y	X	DEZ	JAN_09	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN_10	FEV	MAR	ABR
Est1	8008355	666297	5,4	2,5	2,6	2,3	2,5	2,5	2,5	2	2,1	2,4	2,4	2,4	2,2	2,3	2,3	2,8	1,7
Est2	8008367	666302	0	1,5	2	2,7	2,3	2,5	2,6	3,7	2	2,1	2,6	2,5	2,5	2,1	2,7	3,6	3,2
Est3	8008379	666304	5,5	3,5	-0,1	-1,3	0,7	0,7	0,7	1,7	1,6	1,5	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	2,8	0,5
Est4	8008388	666299	12	11	11,8	13,5	11,6	11,4	11,5	11,6	11,5	12	12	12	12,1	11	12,1	12,4	12
Est5	8008395	666295	-1	0,3	-0,2	0,7	0,4	0,5	0,5	0	-0,1	0	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5
Est6	8008407	666288	-0,06	1,5	1,4	2	1,3	1,3	1,8	0,6	1,1	2,1	1,4	1,1	0,2	0,5	0,1	0	0
Est7	8008414	666288	2	2	3,9	2,8	2,8	2	2,1	2,7	2,3	2,4	2,2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5
Est8	8008424	666281	24,5	25,5	25,3	26,3	26,5	1,6	1,5	1,8	1,6	2	1,8	1,8	1,9	1,6	1,7	-0,5	2,1
Est9	8008427	666276	24	25,5	26,2	27,1	27,1	3,2	3,2	2,9	3	2,6	2,4	1,4	1	0,9	1	0,8	0,7
Est10	8008438	666268	15,7	10,5	5,4	6,7	5,3	5,5	5,7	6,5	6,2	6,3	5	5,3	6,9	7,8	7,1	7,6	8,6
Est11	8008444	666261	0,5	1	0,6	2	1,5	1,5	1,6	1,7	1,3	1	1,7	1,8	1,4	1,3	1,4	1,3	1,1
Est12	8008449	666253	4,3	4,5	4,5	5,5	4,7	4,6	4,5	4,7	4,4	4,9	4,8	5,1	5,3	5,5	5,4	6,6	4,8
Est13	8008453	666243	0,1	0,5	-0,1	0,5	0,2	0,8	0,9	0	0,5	0,4	0,8	1	1,4	0,7	1,6	1,9	1
Est14	8008459	666235	2	1	1,7	2	1	1,5	1,4	1,2	1,3	2	1,6	1,6	1,5	1,5	36,5	1,9	1,7
Est15	8008463	666228	2	2,5	1,7	2,3	2,1	1,5	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9	2,3	2,4	0,6	2,3	2,1	1,4
Est16	8008474	666220	1,2	2	2,1	2,6	2,9	2,6	2,8	2,6	2,8	3,1	3,1	3	2,5	3,5	2,7	3,9	2,9
Est17	8008477	666210	18,5	19,5	18,6	18,7	19,1	18,4	18,8	18,5	18,8	18,9	19,1	19,3	19,4	19,6	18,8	10,5	18,6
Est18	8008481	666205	21,5	23,2	18,2	16,5	16,1	17,2	17,7	16,2	16,1	16,1	15,6	15,9	16,2	14,6	16,2	15,7	15,7
Est19	8008485	666195	11	12	16,7	16,6	16,4	16,6	16,5	15,1	15,9	16,3	19,8	19,8	19,4	19,4	19,4	19,7	19,7
Est20	8008489	666185	5,5	6	-0,4	2,9	5,7	4,8	5,5	5,7	5,2	5,3	5,3	5,3	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5
Est21	8008493	666177	4,6	8,5	5,6	4,8	4,6	4,5	4,6	4,8	4,5	4,7	5,1	5,2	5,4	5	5,3	5,2	5,2
Est22	8008496	666168	1	2	3,8	1	1	1,4	1	1,8	1	1,3	1,3	1,7	2	11,3	2,1	4,4	4,4
Est23	8008495	666156	12,3	12	2,8	11,2	11,1	12,5	11,3	11,4	10,8	10,9	10,6	10,2	9,8	9,8	9,9	9,9	9,9
Est24	8008496	666146	2,7	3	3,5	4,5	3,1	2,8	2,8	3,2	2,4	2,9	2,6	2,6	2,7	2,5	2,7	2,9	2,9
Est25	8008495	666135	5,3	4,6	4,2	4,6	4,8	4,6	4,7	4,8	4,6	4,4	4,7	4,7	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8
Est26	8008499	666127	3,5	6,5	4,8	6,5	5,6	5,7	5,9	7,7	6,4	6,1	5,6	5,6	6	6	6	5,8	5,8
Est27	8008500	666117	13,8	9,5	5,4	8,6	8	7,7	7,9	8,5	7,7	7,4	6,9	6,7	6,3	5,8	6,5	6,6	6,6
Est28	8008493	666110	15,5	14	11,1	16	5,5	5	14,5	14	4,4	14,4	13,5	13	12,9	12,9	12,7	12,4	12,4
Est29	8008491	666100	16,5	16	2,9	16,4	6	15,6	15,5	15,1	5,2	12,9	7,2	7	5,6	5,6	5,5	5,9	5,9
Est30	8008489	666090	18,8	20,8	20,8	20,4	20,4	20,5	20,6	21	20,4	20,5	20,5	20,5	20,5	20,6	21	21	21
Est31	8008489	666081	0,00	2,50	2,20	3,70	3,00	2,70	2,80	3,00	2,90	3,10	2,80	2,80	2,80	3,00	2,90	2,90	2,90

ANEXO I1 – Nível do solo na área de estudo aolongo do período analisado**Continuação**

ESTACA	COORD (UTM)		NÍVEL DO SOLO NO PERÍODO ANALISADO																
	Y	X	DEZ	JAN_09	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN_10	FEV	MAR	ABR
Est32	8008492	666071	25,50	32,00	30,80	33,30	33,50	3,10	2,10	5,00	5,70	5,30	5,40	2,90	2,30	2,30	2,20	2,20	2,20
Est33	8008498	666060	29,00	34,00	35,90	36,60	37,00	7,50	7,80	8,50	7,60	7,30	7,90	7,50	6,60	6,60	6,60	6,80	6,80
Est34	8008506	666054	5,60	4,00	5,60	5,60	6,10	6,20	5,50	3,30	3,40	3,60	3,40	4,00	4,10	4,10	4,20	4,20	4,20
Est35	8008516	666050	0,00	3,50	2,40	3,50	2,60	2,60	2,70	2,50	2,60	2,10	1,50	1,50	1,60	1,60	1,70	1,70	1,70
Est36	8008525	666046	8,00	2,00	2,60	3,30	3,10	2,60	2,60	2,80	2,90	3,00	3,10	3,30	3,60	3,60	3,70	3,80	3,80
Est37	8008363	666291	1,00	1,00	0,80	1,00	1,50	1,70	1,70	2,00	0,50	0,20	0,00	0,00	-0,10	-1,50	0,00	0,10	-2,00
Est38	8008371	666292	0,60	1,50	2,00	0,90	1,70	1,60	1,50	2,00	1,20	1,80	1,90	1,90	1,80	1,70	1,80	2,00	2,50
Est39	8008380	666291	3,50	3,00	-0,30	2,60	1,30	2,40	2,30	1,00	1,50	1,60	1,50	1,50	1,60	1,00	1,60	1,50	1,80
Est40	8008389	666287	28,00	32,00	32,60	32,60	32,70	4,50	5,60	5,00	5,20	4,70	4,40	4,50	4,70	4,60	4,90	5,20	4,50
Est41	8008400	666284	2,80	-1,00	5,40	3,10	2,60	1,70	1,20	0,00	-2,00	-0,30	-0,20	-0,20	-0,10	-0,80	0,00	0,50	-2,00
Est42	8008407	666280	-1,30	-2,50	3,80	-2,60	-2,20	-2,30	-2,20	-2,00	-2,30	-2,00	-0,90	-0,20	0,60	0,80	0,50	0,50	-0,30
Est43	8008414	666275	0,60	2,50	-2,80	3,30	2,60	2,30	2,30	2,30	1,90	2,20	3,50	2,80	2,40	4,70	2,90	5,80	4,80
Est44	8008422	666269	6,50	5,00	4,80	4,50	5,20	4,60	4,70	4,70	4,60	4,60	4,80	4,70	4,70	4,30	3,60	4,10	3,80
Est45	8008430	666267	3,50	1,50	2,20	4,50	5,10	4,70	4,90	4,60	4,40	4,50	5,00	4,90	5,60	4,80	5,60	5,40	4,70
Est46	8008429	666262	12,00	10,00	6,20	7,50	6,60	6,90	8,00	7,80	6,80	6,80	6,90	6,90	6,90	6,80	7,00	6,50	6,50
Est47	8008435	666257	2,50	3,00	2,00	2,40	2,50	1,80	2,20	2,30	2,10	2,40	2,50	2,30	1,90	2,90	2,00	2,80	2,70
Est48	8008444	666242	0,00	-0,50	-0,50	0,20	1,00	0,10	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	1,00	0,80	0,00
Est49	8008447	666233	1,50	0,50	2,40	1,60	2,00	3,50	3,10	1,50	1,30	1,90	1,80	2,90	3,90	4,00	3,80	4,10	3,00
Est50	8008454	666226	3,80	4,50	3,80	3,40	2,10	2,70	2,50	2,80	2,20	2,40	2,60	4,70	8,80	6,30	9,10	10,20	7,10
Est51	8008464	666216	0,50	2,50	3,00	3,00	2,60	2,50	2,40	2,60	2,70	2,60	2,60	2,60	2,60	0,70	2,60	3,00	6,60
Est52	8008361	666283	1,90	3,50	3,20	3,50	3,10	2,60	3,10	3,00	2,80	3,10	2,80	2,90	3,20	1,00	3,00	2,90	0,80
Est53	8008367	666282	2,20	2,50	1,90	3,50	1,80	0,50	1,60	2,20	1,90	2,20	2,30	2,40	2,90	2,60	2,90	2,90	2,70
Est54	8008374	666283	20,20	27,70	27,00	23,00	22,80	1,50	1,40	-2,00	-3,60	-3,90	-3,20	-3,70	-4,50	-12,20	-4,30	-4,00	8,40
Est55	8008379	666279	2,00	3,50	-6,70	3,00	1,10	3,10	2,90	3,40	3,40	5,80	6,00	6,30	6,80	6,00	6,80	7,10	5,10
Est56	8008388	666278	1,50	1,50	6,00	3,60	3,50	3,30	3,60	3,20	3,40	2,80	2,20	1,90	1,60	2,00	1,60	1,60	2,70
Est57	8008401	666274	6,50	6,50	6,40	6,70	6,40	7,00	7,10	6,00	6,20	4,50	4,60	4,60	5,50	5,80	5,50	5,60	5,50
Est58	8008408	666268	4,00	1,50	1,80	2,30	2,00	1,50	2,00	2,60	2,00	2,10	0,50	0,90	0,90	0,60	1,10	2,40	0,80
Est59	8008412	666265	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,50	0,40	0,40	0,30	0,30	0,10	0,50	0,50	1,80	0,50
Est60	8008356	666283	21,50	17,50	5,10	4,40	4,90	6,00	5,40	4,90	4,40	5,90	3,40	3,40	3,20	3,50	3,00	1,20	1,10
Est61	8008353	666278	8,70	5,80	5,40	3,30	4,80	3,90	3,20	3,00	2,50	2,80	2,80	3,00	3,10	3,80	3,00	2,30	2,70
Est62	8008350	666278	4,50	7,50	8,30	8,40	8,00	7,60	8,00	8,00	8,40	8,60	8,70	8,70	8,80	7,50	8,80	9,10	10,60

ANEXO II – Nível do solo na área de estudo ao longo do período analisado.

Continuação

ESTACA	COORD (UTM)		NÍVEL DO SOLO NO PERÍODO ANALISADO																
	Y	X	DEZ	JAN_09	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN_10	FEV	MAR	ABR
Est63	8008352	666277	0,00	1,50	3,60	2,70	3,60	3,70	3,50	3,30	3,20	3,70	3,50	3,00	2,90	3,40	3,10	4,40	5,80
Est64	8008352	666268	1,50	1,00	1,60	1,80	2,40	1,40	1,50	1,80	1,40	1,40	1,10	1,40	1,90	1,80	2,10	6,90	6,30
Est66	8008351	666279	2,30	2,50	3,00	2,80	2,70	2,60	2,50	2,00	2,00	2,40	2,10	2,10	2,30	2,20	2,40	2,60	1,90
Est67	8008352	666278	6,70	5,50	3,10	4,90	3,50	4,40	4,40	4,50	4,30	4,50	4,30	4,20	3,80	4,10	4,00	4,20	3,70
Est68	8008350	666278	-0,30	2,00	0,10	1,80	1,20	0,50	0,40	0,50	0,50	0,40	0,00	0,40	1,20	0,20	1,20	1,40	1,20
Est69	8008353	666278	1,00	3,00	3,50	3,20	3,10	2,70	2,80	2,70	2,60	2,50	1,40	1,60	2,00	0,80	2,00	1,90	1,50
Est70	8008353	666279	1,50	1,00	0,50	0,30	0,90	0,50	0,40	0,70	0,70	0,80	0,80	1,30	1,70	0,80	1,50	0,80	1,00
Est71	8008377	666276	1,70	1,50	1,00	1,50	1,20	1,70	2,10	1,80	1,50	1,40	1,10	1,30	1,90	1,50	1,90	0,80	0,30
Est72	8008375	666268	1,50	2,00	1,80	1,40	1,80	1,20	1,30	1,50	1,10	1,80	1,50	1,50	1,70	1,90	1,80	1,80	1,90
Est73	8008388	666270	19,50	17,00	14,00	14,70	14,50	14,70	14,30	14,70	14,80	14,80	14,40	14,30	14,10	13,60	13,90	12,20	11,40
Est74	8008391	666270	10,00	8,50	10,80	10,10	10,60	10,00	10,00	10,00	10,00	10,20	9,80	9,80	9,80	9,80	9,70	9,20	
Est75	8008375	666274	1,00	2,00	4,20	4,80	4,30	4,40	4,50	4,20	4,30	3,90	3,80	3,30	3,00	3,30	2,90	2,70	2,30
Est76	8008383	666271	2,50	2,50	5,10	4,40	4,00	4,40	4,60	4,40	4,50	4,30	4,40	4,40	4,40	3,70	4,50	4,50	3,70
Est77	8008387	666275	-0,60	0,00	2,70	1,60	9,90	2,00	2,20	2,30	2,60	2,10	2,10	2,10	1,80	2,20	2,50	2,60	
Est78	8008376	666274	6,00	5,00	4,30	3,30	3,90	3,40	3,50	3,80	3,90	2,10	2,00	2,40	2,90	2,20	3,00	2,80	1,80
Est79	8008383	666271	4,20	2,00	1,50	1,00	1,10	1,50	1,40	1,00	1,10	1,50	0,70	1,00	1,50	0,60	1,50	1,40	0,20
Est80	8008383	666262	6,50	6,50	9,80	9,50	9,40	8,50	9,00	8,50	8,80	8,80	9,00	4,50	2,30	8,20	2,10	2,10	7,70
Est81	8008407	666280	1,50	2,50	5,00	5,70	5,50	5,00	5,00	4,20	5,40	5,10	5,00	3,90	2,80	2,00	3,10	4,10	3,30
Est82	8008412	666278	7,90	6,50	7,40	7,20	6,90	7,70	7,70	8,00	7,40	7,20	6,80	6,80	6,80	6,50	6,80	6,40	6,80
Est83	8008408	666280	8,00	7,00	5,40	4,80	4,60	8,50	5,50	5,00	5,10	5,00	5,00	5,00	4,90	3,30	5,00	5,80	4,80
Est84	8008404	666271	7,00	6,00	6,90	5,90	6,60	6,60	6,60	6,20	5,80	6,50	6,30	6,30	6,30	5,40	6,70	10,60	10,10
Est85	8008405	666271	8,50	8,50	8,10	8,50	8,90	8,60	8,60	7,50	8,30	8,30	8,00	7,80	7,30	7,20	7,50	8,20	8,20
Est86	8008406	666270	-0,80	-0,50	-0,40	0,10	0,80	0,10	0,90	1,20	0,60	0,30	0,40	0,40	0,20	0,30	0,40	1,80	2,30
Est87	8008405	666271	1,50	1,80	4,20	4,00	6,60	6,60	6,80	7,00	6,50	6,80	6,60	6,60	6,50	6,50	6,70	7,30	6,60
Est88	8008405	666271	2,00	2,80	3,80	2,30	2,70	2,50	2,90	3,00	2,40	4,30	4,00	2,90	2,20	2,40	2,40	5,10	2,60
Est89	8008406	666277	9,00	2,50	1,10	1,90	5,80	5,60	5,90	5,90	4,20	3,60	1,80	2,30	2,50	2,50	2,60	3,00	2,10
Est90	8008410	666280	15,50	9,50	-7,50	4,00	3,10	3,10	3,00	3,80	2,50	2,00	1,20	-0,30	-1,30	-1,30	-1,20	-6,20	-8,60
Est91	8008410	666258	26,00	33,50	29,10	30,60	29,70	3,20	3,20	3,80	3,40	2,90	2,40	2,30	2,10	-7,20	2,20	2,80	1,90
Est92	8008413	666248	25,50	25,00	24,50	25,10	25,10	-0,50	-0,90	-0,20	-2,00	-1,60	-2,60	-7,00	-10,60	-10,60	-10,50	-13,80	-14,00
Est93	8008402	666269	27,50	27,50	24,20	25,40	22,60	-3,50	-4,20	-4,30	-3,50	-4,90	-4,40	-3,70	-3,40	-3,40	-3,00	-2,50	-3,50
Est94	8008396	666265	30,00	33,50	34,00	33,50	34,00	0,90	4,00	1,80	1,50	1,00	1,00	1,00	1,20	1,00	0,10	-3,80	

ANEXO II – Nível do solo na área de estudo ao longo do período analisado

Conclusão

ESTACA	COORDENADAS (UTM)		NÍVEL DO SOLO NO PERÍODO ANALISADO																
	Y	X	DEZ	JAN_09	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN_10	FEV	MAR	ABR
Est95	8008394	666256	17.50	16.50	14.20	16.80	17.10	16.50	16.60	16.30	16.30	16.40	15.40	16.00	16.10	16.40	16.30	18.40	17.70
Est96	8008394	666265	10.00	10.00	11.90	13.80	11.80	11.70	11.80	12.00	12.00	11.70	11.50	11.50	11.70	11.50	11.90	12.60	11.70
Est97	8008395	666265	9.50	12.00	11.40	10.20	9.40	9.10	9.20	9.00	8.40	8.60	8.50	8.70	8.70	6.90	8.70	8.60	7.60
Est98	8008396	666256	3.00	10.50	10.20	10.10	9.90	10.20	10.40	9.90	9.90	10.10	10.20	10.10	10.00	10.40	10.00	10.10	9.80
Est99	8008396	666256	1.50	2.00	2.60	2.50	2.40	1.80	2.30	2.30	2.80	2.60	2.40	2.20	2.10	1.90	2.20	2.10	1.60
Est100	8008400	666264	1.80	1.00	1.80	1.60	1.50	1.30	1.50	1.70	1.50	1.70	1.40	1.40	1.50	1.50	1.40	1.00	1.10

ANEXO J1 – Medidas estatísticas do nível do solo

Continua

ESTACA	MEDIDAS ESTATÍSTICAS									
	média	desvio	máximo	mínimo	1 quartil	3 quartil	mediana	moda	C.V. (%)	
Est1	2,52	0,78	5,40	1,70	2,30	2,50	2,40	2,50	30,99817	
Est2	2,39	0,83	3,70	0,00	2,10	2,70	2,50	2,50	34,93491	
Est3	1,44	1,48	5,50	-1,30	0,70	1,60	1,30	0,70	103,3387	
Est4	11,85	0,57	13,50	11,00	11,50	12,00	12,00	12,00	4,847609	
Est5	0,22	0,40	0,70	-1,00	0,00	0,50	0,40	0,40	180,7068	
Est6	0,96	0,73	2,10	-0,06	0,20	1,40	1,10	1,40	76,17795	
Est7	2,46	0,45	3,90	2,00	2,20	2,50	2,40	2,40	18,30476	
Est8	8,65	11,31	26,50	-0,50	1,60	24,50	1,80	1,60	130,8459	
Est9	9,00	11,35	27,10	0,70	1,00	24,00	2,90	27,10	126,1007	
Est10	7,18	2,61	15,70	5,00	5,50	7,60	6,50	5,30	36,29087	
Est11	1,34	0,40	2,00	0,50	1,10	1,60	1,40	1,30	30,06588	
Est12	4,95	0,58	6,60	4,30	4,50	5,30	4,80	4,50	11,63663	
Est13	0,72	0,55	1,90	-0,10	0,40	1,00	0,70	0,50	77,30708	
Est14	3,61	8,48	36,50	1,00	1,40	1,90	1,60	2,00	234,8159	
Est15	1,87	0,47	2,50	0,60	1,60	2,30	1,90	2,30	25,27072	
Est16	2,72	0,60	3,90	1,20	2,60	3,00	2,80	2,60	22,01223	
Est17	18,42	2,07	19,60	10,50	18,60	19,10	18,80	18,80	11,25612	
Est18	16,98	2,20	23,20	14,60	15,90	17,20	16,20	16,10	12,96505	
Est19	17,08	2,68	19,80	11,00	16,30	19,40	16,60	19,40	15,68401	
Est20	4,95	1,53	6,00	-0,40	5,30	5,50	5,50	5,50	30,91875	
Est21	5,15	0,93	8,50	4,50	4,60	5,20	5,00	4,60	17,9852	
Est22	2,50	2,54	11,30	1,00	1,00	2,10	1,70	1,00	101,7251	
Est23	10,38	2,14	12,50	2,80	9,90	11,30	10,80	9,90	20,61753	
Est24	2,93	0,49	4,50	2,40	2,70	3,00	2,80	2,70	16,58193	
Est25	4,68	0,22	5,30	4,20	4,60	4,80	4,70	4,60	4,753319	
Est26	5,85	0,85	7,70	3,50	5,60	6,10	5,90	6,00	14,51152	
Est27	7,64	1,91	13,80	5,40	6,60	8,00	7,40	7,70	25,00719	
Est28	12,01	3,57	16,00	4,40	12,40	14,00	12,90	14,00	29,70914	
Est29	9,69	5,08	16,50	2,90	5,60	15,50	7,00	5,60	52,37924	
Est30	20,52	0,49	21,00	18,80	20,50	20,80	20,50	20,50	2,395359	
Est31	2,70	0,76	3,70	0,00	2,80	3,00	2,80	2,80	28,05418	
Est32	11,52	13,14	33,50	2,10	2,30	25,50	5,00	2,20	114,0567	
Est33	15,29	12,89	37,00	6,60	6,80	29,00	7,60	6,60	84,30733	
Est34	4,54	0,99	6,20	3,30	4,00	5,60	4,20	5,60	21,92409	
Est35	2,11	0,84	3,50	0,00	1,60	2,60	2,10	1,70	40,06421	
Est36	3,40	1,29	8,00	2,00	2,80	3,60	3,10	2,60	37,85158	
Est37	0,46	1,08	2,00	-2,00	0,00	1,00	0,50	1,00	231,7592	
Est38	1,67	0,45	2,50	0,60	1,50	1,90	1,80	2,00	26,75014	
Est39	1,73	0,86	3,50	-0,30	1,50	2,30	1,60	1,50	49,89925	
Est40	12,69	12,61	32,70	4,40	4,60	28,00	5,00	4,50	99,4159	
Est41	0,63	1,95	5,40	-2,00	-0,30	1,70	0,00	0,00	310,3099	
Est42	-0,86	1,72	3,80	-2,60	-2,20	0,50	-1,30	-2,30	-200,204	
Est43	2,59	1,85	5,80	-2,80	2,30	3,30	2,50	2,30	71,5034	
Est44	4,63	0,63	6,50	3,60	4,30	4,80	4,60	4,60	13,63529	
Est45	4,46	1,11	5,60	1,50	4,50	5,00	4,70	4,50	24,80182	
Est46	7,42	1,47	12,00	6,20	6,80	7,50	6,90	6,90	19,76317	
Est47	2,37	0,35	3,00	1,80	2,10	2,50	2,40	2,50	14,74653	
Est48	0,56	0,57	1,50	-0,50	0,10	0,90	0,80	0,80	100,7473	
Est49	2,52	1,11	4,10	0,50	1,60	3,50	2,40	1,50	43,94442	
Est50	4,65	2,66	10,20	2,10	2,60	6,30	3,80	3,80	57,23867	

ANEXO J1 – Medidas estatísticas do nível do solo

Conclusão

ESTACA	MEDIDAS ESTATÍSTICAS									
	média	desvio	máximo	mínimo	1 quartil	3 quartil	mediana	moda	C.V. (%)	
Est51	2.65	1.24	6.60	0.50	2.50	2.70	2.60	2.60	46.66524	
Est52	2.73	0.78	3.50	0.80	2.80	3.10	3.00	3.50	28.49069	
Est53	2.29	0.67	3.50	0.50	1.90	2.70	2.30	2.20	29.13798	
Est54	5.33	13.24	27.70	-12.20	-3.90	20.20	-2.00	-	248.4333	
Est55	3.86	3.29	7.10	-6.70	3.00	6.00	3.50	3.40	85.35646	
Est56	2.71	1.18	6.00	1.50	1.60	3.40	2.70	1.60	43.48227	
Est57	5.91	0.81	7.10	4.50	5.50	6.50	6.00	5.50	13.7359	
Est58	1.71	0.89	4.00	0.50	0.90	2.10	1.80	2.00	51.95752	
Est59	0.40	0.42	1.80	0.00	0.10	0.50	0.40	0.50	104.2083	
Est60	5.81	5.39	21.50	1.10	3.40	5.40	4.40	4.40	92.68744	
Est61	3.77	1.62	8.70	2.30	2.80	3.90	3.10	3.00	42.83341	
Est62	8.21	1.20	10.60	4.50	8.00	8.70	8.40	8.00	14.671	
Est63	3.23	1.19	5.80	0.00	3.00	3.60	3.40	3.70	36.92817	
Est64	2.19	1.70	6.90	1.00	1.40	1.90	1.60	1.40	77.33684	
Est66	2.38	0.31	3.00	1.90	2.10	2.60	2.40	2.30	12.92947	
Est67	4.36	0.81	6.70	3.10	4.00	4.50	4.30	4.40	18.53299	
Est68	0.75	0.65	2.00	-0.30	0.40	1.20	0.50	0.50	87.53625	
Est69	2.25	0.80	3.50	0.80	1.60	2.80	2.50	2.70	35.54787	
Est70	0.89	0.40	1.70	0.30	0.70	1.00	0.80	0.80	44.9931	
Est71	1.42	0.45	2.10	0.30	1.20	1.70	1.50	1.50	31.56562	
Est72	1.62	0.27	2.00	1.10	1.50	1.80	1.70	1.50	16.38988	
Est73	14.52	1.73	19.50	11.40	14.00	14.70	14.40	14.70	11.93956	
Est74	9.89	0.50	10.80	8.50	9.80	10.00	10.00	10.00	5.067656	
Est75	3.46	1.04	4.80	1.00	2.90	4.30	3.80	4.20	29.97638	
Est76	4.14	0.70	5.10	2.50	4.00	4.50	4.40	4.40	16.81787	
Est77	2.36	2.13	9.90	-0.60	2.00	2.50	2.10	2.10	90.19145	
Est78	3.31	1.12	6.00	1.80	2.40	3.90	3.30	-	33.84178	
Est79	1.36	0.85	4.20	0.20	1.00	1.50	1.40	1.50	62.01132	
Est80	7.13	2.71	9.80	2.10	6.50	9.00	8.50	6.50	37.984	
Est81	4.06	1.31	5.70	1.50	3.10	5.00	4.20	5.00	32.27629	
Est82	7.11	0.50	8.00	6.40	6.80	7.40	6.90	6.80	7.097213	
Est83	5.45	1.27	8.50	3.30	4.90	5.50	5.00	5.00	23.36045	
Est84	6.81	1.39	10.60	5.40	6.20	6.70	6.50	6.30	20.47311	
Est85	8.12	0.50	8.90	7.20	7.80	8.50	8.20	8.50	6.147634	
Est86	0.48	0.78	2.30	-0.80	0.10	0.80	0.40	0.40	163.3349	
Est87	5.80	1.79	7.30	1.50	6.50	6.70	6.60	6.60	30.92053	
Est88	2.96	0.85	5.10	2.00	2.40	3.00	2.70	2.40	28.62952	
Est89	3.66	2.09	9.00	1.10	2.30	5.60	2.60	2.50	57.14838	
Est90	1.25	5.85	15.50	-8.60	-1.30	3.10	2.00	-1.30	466.9706	
Est91	10.11	13.38	33.50	-7.20	2.30	26.00	3.20	3.20	132.307	
Est92	2.99	15.35	25.50	-14.00	-10.50	24.50	-1.60	25.10	512.5352	
Est93	4.88	13.73	27.50	-4.90	-3.70	22.60	-3.40	-3.50	281.645	
Est94	10.35	15.17	34.00	-3.80	1.00	30.00	1.20	1.00	146.5723	
Est95	16.50	0.92	18.40	14.20	16.30	16.80	16.40	16.30	5.57938	
Est96	11.71	0.84	13.80	10.00	11.50	11.90	11.70	11.70	7.206515	
Est97	9.09	1.23	12.00	6.90	8.60	9.40	8.70	8.70	13.50354	
Est98	9.69	1.74	10.50	3.00	9.90	10.20	10.10	10.10	17.90596	
Est99	2.19	0.36	2.80	1.50	2.00	2.40	2.20	2.60	16.23174	
Est100	1.45	0.25	1.80	1.00	1.40	1.60	1.50	1.50	16.87948	