# UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

ROBSON CLAYTON JACQUES ART
----------------------------

Análise da redistribuição do "fallout" do <sup>137</sup>Cs na avaliação da erosão e deposição de sedimentos em sistemas de manejo de solo sob Cerrado

São Paulo

# ROBSON CLAYTON JACQUES ARTHUR

Análise da redistribuição do "fallout" do <sup>137</sup>Cs na avaliação da erosão e deposição de sedimentos em sistemas de manejo de solo sob Cerrado

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Osny Oliveira Santos Bacchi

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

# Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Arthur, Robson Clayton Jacques

Análise da redistribuição do "fallout" do <sup>137</sup>Cs na avaliação da erosão e deposição de sedimentos em sistemas de manejo de solo sob Cerrado / Robson Clayton Jacques Arthur; orientador Osny Oliveira Santos Bacchi. - - Piracicaba, 2010.

126 p.: fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Césio 137 2. Erosão pluvial 3. Isótopos 4. Matas ciliares 5. Pastagens 6. Plantio 7. Plantio direto 8. Preparo do solo I. Título

CDU 631.459:546.36+621.039.85

## **DEDICO ESTE TRABALHO**

Aos meus pais, Jair e Rosalina por todo amor e ensinamentos ao longo da vida, pois mesmo diante das inúmeras dificuldades, acreditaram na educação como caminho para um futuro melhor, as minhas irmãs Roberta e Carla pela amizade e constante incentivo durante as caminhadas da vida e a Monique pelo seu amor, sorriso, carinho, compreensão e paciência ao longo desses últimos anos.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Osny Oliveira Santos Bacchi, pela competência e determinação na orientação durante a realização deste trabalho de tese.

À Profa. Dra. Vladia Correchel que embora não conste formalmente como co-orientadora, colaborou de forma significativa em todas as etapas do presente trabalho.

Ao Dr. Klaus Reichardt, que nos anos de convivência, muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual.

Ao Dudu, pelo apoio prestado durante todo o decorrer da minha pós-graduação no Laboratório de Física do Solo.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

Ao pessoal da seção técnica da biblioteca, informática e secretaria da pós-graduação do CENA/USP.

À Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) pela concessão da bolsa de estudos de doutorado (processo nº. 1222/2006).

Ao pessoal da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – UFG, pelo apoio na realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

A todos meus colegas de pós-graduação, funcionários do CENA e ESALQ que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

#### **RESUMO**

ARTHUR, R. C. J. Análise da redistribuição do "fallout" do <sup>137</sup>Cs na avaliação da erosão e deposição de sedimentos em sistemas de manejo de solo sob Cerrado. 2010. 126 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

No Brasil, a expansão das áreas agrícolas é o fator mais impactante da agricultura sobre os recursos naturais. Com a crescente ocupação do Cerrado pela agricultura, uma série de problemas ambientais decorrentes do desmatamento como a erosão e a compactação do solo estão surgindo causando transformações radicais na paisagem natural pela retirada de quase toda sua vegetação nativa. O sistema de plantio convencional (SPC) tem sido considerado uma forma de manejo inadequado pelas suas consequências frequentemente irremediáveis de compactação e perdas de solo, ao passo que o sistema de plantio direto (SPD) possibilita a manutenção das condições do solo mais próximas ao ambiente natural, reduzindo assim as taxas de erosão hídrica. Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da mata ripária na retenção dos sedimentos originados por três sistemas de preparo de solo através da técnica da análise da redistribuição do "fallout" do <sup>137</sup>Cs, da Equação Universal de Perdas de solo (EUPS) e de alguns parâmetros físicos e químicos indicadores das condições estruturais do solo, em Goiatuba e Jandaia-GO. Nas três áreas estudadas, com auxilio de um trado tipo caneca, foram tomados perfis de solo em três camadas de 20 cm (0-20, 20-40 e 40-60 cm) em pontos distintos localizados ao longo de transeções lineares no sentido do declive até a mata ciliar localizada a jusante das áreas de estudo. Nas matas ciliares de cada área de estudo foram abertas trincheiras e amostras de solo coletadas para avaliação da atividade de <sup>137</sup>Cs e dos parâmetros físicos e químicos dos solos. As amostras de solo coletadas nas transeções e trincheiras (TFSA) foram analisadas quanto à atividade de <sup>137</sup>Cs em um detector de raios gama (GEM-20180P, EG&ORTEC) acoplado a um analisador multicanal. Na comparação das médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os resultados obtidos indicaram que os três sistemas de manejo do solo apresentaram elevadas taxas de erosão e deposição de sedimentos e as matas ciliares à jusante das áreas sob SPC, SPD e pastagem, receberam grandes quantidades de sedimentos. Entre essas, somente a mata ciliar da área de SPC foi capaz de reter os sedimentos com eficiência. As características distintas dos três locais de estudo sugerem que a eficiência da mata ciliar na retenção dos sedimentos gerados na área agrícola e na pastagem, dependente do comprimento e da declividade das vertentes e da largura da mata ciliar. Quanto aos parâmetros físicos avaliados, observou-se que a pastagem e o SPD são os sistemas de manejo de solo que apresentaram melhores condições de preservação do solo em relação ao SPC. Os sistemas de manejo do solo provocaram alterações nos parâmetros físicos e químicos, comparados com a mata ciliar, destacando-se a menor resistência à penetração sob SPC e maior no SPD e pastagem; diminuição na agregação dos solos sob SPC e SPD e aumento sob pastagem e decréscimo nos teores de matéria orgânica e cálcio sob todos os sistemas de manejo.

Palavras-chave: Mata ripária. Erosão hídrica. Manejo do solo.

#### **ABSTRACT**

ARTHUR, R. C. J. Erosion and sediment deposition evaluation on slopes under different tillage systems in the Cerrado region using the <sup>137</sup>Cs fallout technique. 2010. 126 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

In Brazil, the expansion of agricultural areas causes several problems on natural resources. With the increasing occupation of the Cerrado region by agriculture, a series of environmental problems like deforestation, soil erosion and soil compaction are appearing and causing radical transformations in the natural landscape due to removing almost all native vegetation. The conventional tillage system (CTS) is considered an inadequate form of soil management for its frequently irremediable consequences of soil compaction and soil erosion, and the no till system (NTS) makes the maintenance of the soil conditions possible, leving them close to the natural environment, thus reducing rates of soil erosion. The objective of this work was to evaluate the efficiency of riparian forests in the retention of sediments originated for three different tillage systems, through the fallout <sup>137</sup>Cs redistribution technique, the Universal Soil Loss Equation (USLE) and some physical and chemical parameters that indicate the structural conditions of the soils of Goiatuba and Jandaia-GO. In the three areas, soil profiles were collected in three layers of 20 cm (0-20, 20-40 and 40-60 cm) at distinct points located along linear transects in the direction of the maximum slope until the riparian forest. In the riparian forest of each area, trenches were opened and soil was sampled to evaluate the activity of <sup>137</sup>Cs and the physical and chemical parameters of soil. Detection of the activity of <sup>137</sup>Cs was made with a gamma ray detector model (GEM-20180P, EG& ORTEC) connected to a multichannel analyzer. The comparison of averages was made using the Tukey test at 5% level of significance. The results indicated that, the three soil tillage systems presented high rates of soil erosion and deposition of sediments and the riparian forest of the areas under CTS, NTS and pasture, located downstream received great amounts of sediments, and that only the riparian forest of CTS was capable to trap the sediments with efficiency. The distinct characteristics of the three studied areas suggest that the efficiency of the riparian forest to retain the sediments generated in the agricultural and pasture areas, depends on the length and the slope of the transects, and of the width of riparian forest. Through the physical and chemical parameters it was observed that the pasture and the NTS were the soil tillage systems that presented the best conditions of soil preservation in relation to the CTS. The tree soil tillage systems caused alterations in the physical and chemical parameters, compared with the riparian forest, mainly by a lower resistance to penetration under CTS and a greater resistance in the NTS and pasture systems; reduction in soil aggregation under CTS and NTS and an increase under pasture, and decrease of organic matter and calcium under all tillage systems.

**Keywords**: Riparian forest. Soil erosion. Soil tillage.

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇAO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	Perdas de solo causadas pela erosão hídrica	11
2.2	Influência do sistema de preparo nas perdas de solo	12
2.3	Importância da Região Centro-Oeste na produção agrícola	14
2.4	Matas ciliares na retenção de sedimentos	16
2.4.1	Função e eficiência das matas ciliares	16
2.4.2	Legislação ambiental	17
2.5	Uso do Césio-137 ( <sup>137</sup> Cs) na predição da erosão e deposição de sedimentos em	-,
	áreas agrícolas.	19
2.6	A Equação Universal de Perda de Solo – EUPS	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Caracterização das áreas selecionadas	
3.1.1	Área cultivada em sistema de plantio convencional (SPC)	24
3.1.2	Área cultivada em sistema de plantio direto (SPD)	25
3.1.3	Área ocupada com pastagem	25
3.2	Amostragem do solo nos locais de estudo	26
3.2.1	Em transeções.	26
3.2.1	Em trincheiras	27
3.2.2	Área cultivada com algodão em SPC	27
3.2.3	-	29
3.2.4	Área cultivada com soja em SPD	
3.2.5.1	Àrea ocupada com pastagem.	30 31
3.2.5.1	Primeira transeção na área de pastagem.	
	Segunda transeção na área de pastagem.	
3.3	Amostragem do solo nos locais de referência	
3.3.1	Área de referência em Goiatuba – transeções de SPC e SPD	33
3.3.2	Área de referência em Jandaia – transeção de pastagem	33
3.4	Cálculo das taxas de erosão pelo método do <sup>137</sup> Cs	34
3.5	Cálculo das taxas de erosão pela Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS.	35
3.5.1	Fator R	36
3.5.2	Fator K	36
3.5.3	Fatores L e S	37
3.5.4	Fator C	37
3.5.5	Fator P	37
3.6	Análises de <sup>137</sup> Cs	38
3.6.1	Sistema de detecção da atividade do <sup>137</sup> Cs	38
3.6.2	Incertezas experimentais associadas à atividade do <sup>137</sup> Cs	40
3.7	Análises químicas do solo	40
3.8	Análises físicas do solo	41
3.8.1	Análise Granulométrica.	41
3.8.1.1	Textura com dispersão química	41
3.8.1.2	Argila dispersa em água	42
3.8.2	Umidade gravimétrica	42
3.8.3	Densidade do solo	42
3.8.4	Densidade de partículas	42
3.8.5	Volume Total de Poros (VTP)	42
3.8.6	Macroporosidade e Microporosidade	43
3.8.7	Estabilidade de agregados via úmida	43

3.8.8	Resistência à penetração mecânica	44
3.9	Análises estatísticas	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	Distribuição das atividades de <sup>137</sup> Cs nas áreas de referência	46
4.1.1	Na região de Goiatuba	46
4.1.2	Na região de Jandaia	48
4.2	Análise da atividade de <sup>137</sup> Cs nas transeções de estudo	49
4.2.1	Sistema de preparo convencional (SPC) em Goiatuba, GO	49
4.2.2	Sistema de plantio direto (SPD) em Goiatuba, GO	51
4.2.3	Pastagem em Jandaia, GO	53
4.3	Caracterização físico-química do solo nos pontos das transeções de estudo	57
4.3.1	Sistema de preparo convencional (SPC) em Goiatuba, GO	57
4.3.2	Sistema de plantio direto (SPD) em Goiatuba, GO	62
4.3.3	Pastagem em Jandaia, GO	67
4.3.3.1	Transeção 1 (T1)	67
4.3.3.2	Transeção 2 (T2)	71
4.4	Taxas de redistribuição de solo estimadas pela técnica do <sup>137</sup> Cs	76
4.4.1	Na transeção no SPC em Goiatuba, GO	76
4.4.2	Na transeção no SPD em Goiatuba, GO	77
4.4.3	Nas transeções em pastagem em Jandaia, GO	79
4.5	Taxas de redistribuição de solo estimadas pela USLE	81
4.5.1	Na transeção no SPC em Goiatuba, GO	81
4.5.2	Na transeção no SPD em Goiatuba, GO	83
4.5.3	Nas transeções em pastagem em Jandaia, GO	84
4.6	Caracterização morfológica, física, química e das atividades de <sup>137</sup> Cs nas	
	trincheiras abertas nas matas ciliares a jusante das áreas de lavoura e	
	pastagem	86
4.6.1	Mata ciliar a jusante da área de lavoura em SPC	86
4.6.1.1	Atividades de <sup>137</sup> Cs	86
4.6.1.2	Caracterização físico-química e morfológica	88
4.6.2	Mata ciliar a jusante da área de lavoura em SPD	91
4.6.2.1	Atividades de <sup>137</sup> Cs	91
4.6.2.2	Caracterização físico-química e morfológica	93
4.6.3	Mata ciliar a jusante da pastagem	95
4.6.3.1	Caracterização físico-química e morfológica	95
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
6	CONCLUSÕES	100
-	REFERÊNCIAS	101
	ANEXO	113

# 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a expansão das áreas agrícolas é o fator mais impactante da agricultura sobre os recursos naturais. A substituição da vegetação nativa pela agricultura avança com muita intensidade em algumas regiões do país, ameaçando os recursos naturais, como é o caso do Cerrado. Com a crescente ocupação do Cerrado pela agricultura, uma série de problemas ambientais decorrentes do desmatamento como a erosão e compactação do solo estão surgindo causando transformações radicais na paisagem natural pela retirada de quase toda sua vegetação nativa, (LAABS et al., 2002).

O uso de técnicas inadequadas de preparo e mobilização do solo são fatores importantes da degradação dos recursos naturais, sendo a erosão do solo uma das conseqüências mais impactantes desse manejo inadequado. A cultura da soja é uma das grandes responsáveis por essas alterações ambientais, constituindo-se na cultura anual de maior expressão econômica do Brasil e, atualmente, mais da metade da produção nacional encontra-se na região do Cerrado. A cultura do algodão, que também ocupa grandes extensões na região, foi introduzida como alternativa de rotação com a cultura da soja e estabeleceu-se por encontrar no Cerrado condições favoráveis a seu desenvolvimento.

O sistema de plantio convencional (SPC), que mobiliza o solo intensamente, provocando a sua desestruturação e pulverização, tem sido considerado uma forma de manejo inadequada pelas suas conseqüências freqüentemente irremediáveis de compactação e perdas de solo. O sistema de plantio direto (SPD) por sua vez, que mobiliza o solo apenas na linha de semeadura, possibilita a manutenção das condições do solo mais próximas ao do ambiente natural, reduzindo assim as taxas de erosão hídrica.

Introduzido no Brasil na década de 1970, o SPD, reconhecido como a prática agrícola de melhor conservação dos solos, surge como uma alternativa ao SPC e como medida mitigadora dos impactos da agricultura sobre os recursos naturais. O Brasil é o segundo país na adoção da prática, com área estimada de aproximadamente 25 milhões de hectares sob plantio direto (FEBRAPDP, 2009). Desse total, cerca de 25% encontra-se na região do Cerrado (LOPES, 2004), e em 1998 três milhões de hectares de solos em SPD foram cultivados com soja nessa região (FEBRAPDP, 2009).

Um dos grandes problemas do SPD na região do Cerrado está relacionado à dificuldade de se produzir e manter a palhada sobre o solo. Isso ocorre principalmente pela falta de plantas adaptadas às condições climáticas da região e pelas altas temperaturas e precipitações concentradas nos meses mais quentes do ano, que aceleram a decomposição dos

resíduos, diminuindo sua permanência sobre o solo (LANGE, 2002). Assim, a adoção de práticas conservacionistas em associação ao plantio direto, como a construção de terraços para que se tenha um controle efetivo da erosão do solo, tem sido necessárias. Estes fatos justificam a necessidade de realizar mais estudos sobre a conservação de solos em áreas sob SPD, uma vez que os benefícios desse sistema podem estar sendo superestimados, principalmente na região do Cerrado.

A erosão do solo, além de causar o desgaste e até mesmo o desaparecimento da camada mais fértil do solo, pode provocar a contaminação dos cursos d'água, pelo aporte de partículas sólidas na forma de sedimentos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990). Quando a deposição dos sedimentos ocorre nas áreas de mata ciliar, esse processo afeta diretamente os ecossistemas ripários, provocando o soterramento do solo e da sua camada mais fértil e o enriquecimento do ecossistema por fertilizantes, provocando seu desequilíbrio.

Considerada como uma das práticas vegetativas de mitigação da degradação dos recursos hídricos, a manutenção das zonas ripárias é recomendada ou exigida por lei em diversos países (NISBET, 2001). No caso específico do Brasil, o Código Florestal (Lei 4.771 de 15/09/1965) estabelece faixas de vegetação que devem ser protegidas ao redor dos corpos d'água e nascentes, denominadas de áreas de preservação permanente (APP) constituindo as áreas de matas ciliares. A definição das larguras dessas faixas foi estabelecida com pouco suporte científico, sem considerar as características específicas da microbacia, como a fisionomia da vegetação, o estado de degradação da área, o papel do corredor ecológico, o tipo do solo, a declividade e o comprimento da vertente (FILIPPE, 2006).

Estudos sobre a retenção de sedimentos em zonas ripárias, em paisagens agrícolas, são de extrema importância, principalmente na investigação da efetividade das larguras das faixas ciliares na proteção dos recursos hídricos (CORRECHEL, 2003; FILIPPE, 2006; SANTOS, 2007, PIRES et al., 2009), gerando subsídios para o estabelecimento de larguras ótimas de matas ciliares no exercício do papel de filtro na retenção de nutrientes e sedimentos gerados nas áreas agrícolas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as taxas de erosão e deposição de sedimentos ao longo de transeções em solos do bioma Cerrado, submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo do solo, como o plantio direto, plantio convencional, pastagem e áreas de matas ciliares à jusante dessas áreas fazendo uso da técnica do "fallout" do <sup>137</sup>Cs, da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) e de alguns parâmetros físicos e químicos indicadores das condições estruturais do solo. Avaliou-se também, a eficiência do remanescente florestal em reter os sedimentos oriundos da atividade agrícola em cada local estudado.

### 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 Perdas de solo causadas pela erosão hídrica

A erosão hídrica do solo em agroecossistemas tropicais é considerada como o principal processo de degradação da terra, especialmente quando intensamente cultivada (LAL, 1990). O desenvolvimento de atividades agrícolas de forma desordenada tem contribuído para o comprometimento dos recursos naturais e da qualidade ambiental. O solo desprovido de cobertura vegetal e da ação fixadora das raízes, exposto ao impacto direto das gotas de chuva, sofre desagregação e remoção de suas partículas (MELLO et al., 2003), que são arrastadas pelo escoamento superficial das águas ocorrendo elevadas perdas de solo e água.

O processo erosivo se dá através da chuva que exerce ação erosiva sobre o solo através do impacto de suas gotas que caem sobre o solo com velocidade e energia que variam com o seu diâmetro e com a ação do escorrimento superficial. As gotas de chuva ao caírem sobre o solo contribuem para a erosão da seguinte forma: desprendem as partículas de solo no local que sofreu seu impacto; transportam por salpicamento as partículas desprendidas; imprimem energia em forma turbulenta a água fazendo com que a água escorra na superfície do terreno exercendo uma ação transportadora sobre ela; o material transportado é depositado (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

A agricultura tem um papel importante na degradação dos recursos solo e água. Nos últimos 40 anos perdeu-se cerca de um terço do solo arável a nível mundial e estima-se que essas perdas continuam a um ritmo de 10 milhões de hectares por ano (PIMENTEL et al., 1995). O grande responsável por estas perdas de solo por erosão durante o processo de produção agrícola é o sistema de mobilização do solo.

A erosão hídrica é um dos principais fatores que contribui para a diminuição da produtividade e sustentabilidade dos solos e é influenciada pela chuva, tipo de solo, topografia do terreno, cobertura vegetal, manejo do solo e práticas conservacionistas. Dentre esses fatores, a cobertura vegetal e o manejo do solo apresentam maior influência do que os demais sobre o processo erosivo (COGO, 1981). No Brasil estima-se que a erosão carrega anualmente 610 milhões de toneladas de solo. Esse material arrastado pela erosão irá se depositar nas baixadas e nos rios, causando grandes danos ambientais (LIMA et al., 2005).

As perdas de solo podem ser diminuídas pela redução da capacidade de desagregação e transporte de sedimentos ocasionados pelos agentes erosivos (AMADO et al.,

1989). No entanto, são fortemente influenciadas pelo preparo do solo (BERTOL, 1995), o qual influi nas propriedades físicas da superfície e subsuperfície, dentre as quais se destacando a estrutura, densidade e porosidade, que alteram a capacidade de infiltração de água e a susceptibilidade do solo a erosão (LARSON; GILL, 1973).

#### 2.2 Influência do sistema de preparo nas perdas de solo

As condições físicas do solo na superfície desempenham papel primordial na erosão e na produtividade dos sistemas agrícolas. No sistema de preparo de solo convencional a movimentação mecânica da camada superficial visa facilitar a semeadura e o controle de plantas invasoras e a incorporação dos resíduos culturais (LARSON; GILL, 1973). Como conseqüência, ocorre uma redução da estabilidade de agregados, a formação de camadas compactadas sub-superficiais, um aumento da velocidade da taxa de decomposição da matéria orgânica, além do fato do solo permanecer exposto à ação das gotas de chuva intensificando a erosão hídrica (ALEGRE et al., 1991).

A exposição do solo nu, arado e gradeado intensivamente, ao impacto direto das gotas de chuva, fracionando os agregados e formando crostas superficiais, permite o início da degradação do solo pela erosão hídrica (SIDRAS et al., 1983; MEDEIROS et al., 1987).

O SPD na agricultura mecanizada é definido como um sistema no qual a semente é depositada diretamente no solo não revolvido, em que os resíduos da cultura anterior permanecem na superfície e as plantas invasoras são controladas por herbicidas. Distinguemse dois termos: plantio direto no mato e plantio direto na palha. O primeiro consiste num plantio direto sem um planejamento para obter uma cobertura uniforme, utilizando-se como palhada os restos culturais da cultura principal e as ervas daninhas. O plantio direto na palha envolve um planejamento de rotação de culturas para propiciar uma palhada uniforme (CORREIA; CRUZ, 1987).

No SPD a palhada deixada na superfície do solo tem as seguintes vantagens em relação ao plantio convencional: *1*. Reduz o impacto das gotas de chuva, protegendo o solo e favorecendo a capacidade de infiltração da água da chuva; *3*. Protege a superfície do solo da ação direta dos raios solares, reduzindo a evaporação e, conseqüentemente, mantendo uma maior quantidade de água disponível no solo; *4*. Reduz a amplitude hídrica e térmica, favorecendo a atividade biológica; *5*. Aumenta a matéria orgânica no perfil do solo, aumentando a disponibilidade de água para as plantas. Ou seja, essas vantagens resultam em uma significativa redução nas perdas de solo e água pela erosão (CRUZ et al., 2002).

Lal et al. (1980) afirmam que a importância do resto de cultura na superfície do solo depende da quantidade, qualidade e taxa de decomposição da matéria seca deixada sobre o solo.

A grande dificuldade encontrada na adoção do SPD no Cerrado tem sido no uso de uma cultura que forneça uma boa cobertura do solo conhecido como cultura de inverno ou planta de cobertura. Um dos fatores que dificultam a implantação de culturas de cobertura de solo é a pequena diversidade de espécies adaptadas de plantas de cobertura o que vem a reduzir a formação de palha sobre o solo prejudicando o SPD. Além disso, nessa região ocorrem altas temperaturas durante todo o ano, fato que colabora para uma rápida mineralização da palha. Segundo Alvarenga et al. (2001), o estabelecimento de uma cobertura do solo com plantas destinadas a essa finalidade, constitui-se no maior desafio para do SPD na região do Cerrado, devido às condições de inverno seco com encurtamento do fotoperíodo e de condições de primavera-verão que condicionam alta taxa de decomposição desse material.

Lombardi Neto et al. (1988) conduziram um estudo para determinar o efeito da quantidade de resíduos culturais do milho nas perdas de solo e água e concluíram que as perdas são reduzidas com o aumento da quantidade de resíduos espalhados uniformemente sobre o solo. Neste trabalho 2 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos vegetais reduziram em 50% as perdas de solo e em 40% as perdas de água, enquanto que 8 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos vegetais foram suficientes para controlar em 90% as perdas de solo e em 80% as perdas de água. Seus resultados indicam, também, que existe uma relação exponencial entre as perdas de solo e água e a quantidade de resíduos em cobertura morta, bem como maior controle nas perdas de solo do que nas de água.

Bertoni, Lombardi Neto e Benatti Júnior (1986), citando dados obtidos na Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico de Campinas, mostram que o uso de cobertura morta na produção de culturas exerce um controle de 60% nas perdas de solo e 65% nas perdas de água. Em outro estudo foram comparados os efeitos de três sistemas de manejo dos restos culturais do milho nas perdas de solo e água. A palhada queimada elevou em 46% as perdas de solo e em 38% as de água. A manutenção da palhada deixada na superfície reduziu as perdas de solo em 52% e em 56% as perdas de água.

Os solos sob plantio direto geralmente apresentam maior densidade, menor porosidade total e macroporosidade, quando comparados aos solos preparados convencionalmente (STONE; SILVEIRA, 2001). Essas alterações não são, a primeira vista, favoráveis para permitir altos índices de infiltração. Porém, em plantio direto o solo encontra-

se protegido por uma cobertura morta, o que aumenta a rugosidade da superfície. Assim, aliando-se o efeito da cobertura ao da maior estabilidade estrutural, a infiltração de água no solo sob plantio direto tem sido mais elevada que em outros sistemas de preparo, ocasionando menor perda de água por escoamento superficial (ROTH; VIEIRA, 1983). Outra característica importante do solo sob plantio direto é o seu maior armazenamento de água (TORMENA; ROLOFF, 1999). Nos potenciais hídricos mais altos, o armazenamento de água no solo está relacionado com o volume de poros e a uniformidade de distribuição do seu tamanho. Nos solos sob plantio direto é maior o volume dos poros de tamanho intermediário, uma vez que certo número de poros originalmente grandes é comprimido e reduzido em tamanho pela compactação, ao passo que os poros internos nos agregados, os microporos, permanecem inalterados. Desta maneira, sistemas de preparo que provocam maior revolvimento do solo, armazenam menos água na camada revolvida em comparação à outra camada idêntica sem revolvimento. Com o passar dos anos, a densidade do solo sob plantio direto pode vir a diminuir, devido, em parte, ao aumento do conteúdo de matéria orgânica na camada superficial, favorecendo a melhoria da estrutura do solo, o que pode modificar a capacidade de retenção da água do solo (ROTH; VIEIRA, 1983).

No Brasil as pastagens ocupam 180 milhões de hectares, cerca de 20% do território brasileiro (ZIMMER et al., 2002). As pastagens são sistemas conservacionistas que normalmente estão associadas a menores problemas causados pela erosão devido ao fato de terem boa eficiência na cobertura do solo. Considerando a freqüência da renovação das pastagens cultivadas no Brasil e sua grande extensão territorial (IBGE, 2005) é possível identificar que grandes áreas, usualmente cobertas por pastagens, permanecem sem nenhuma prática mecânica de controle da erosão e equivalem ao mesmo montante da área ocupada pelas principais culturas anuais. A precisa avaliação desses impactos, causados pelos 10 milhões de hectares de pastagens em renovação anualmente, não é conhecida havendo grande carência de conhecimentos científicos para sugerir uma solução adequada. No Brasil, pesquisas na área de conservação do solo voltadas para as pastagens são escassas e sempre focam o pasto como sistema conservacionista quando comparado aos cultivos anuais (DEDECEK et al., 1986).

#### 2.3 Importância da Região Centro-Oeste na produção agrícola

As áreas de Cerrado abrangem aproximadamente 220 milhões de hectares (IBGE, 1992), ocupando cerca 24% do território nacional e abrigam cerca de 11,6 milhões de

habitantes, com predominância de ocorrência na região Centro-Oeste. O relevo pouco acidentado possibilita o uso intensivo de mecanização e o emprego de tecnologias apropriadas a essas condições (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000).

Segundo os dados do Censo Agropecuário IBGE (2000), a maior parte da produção de grãos e as atividades pecuárias altamente modernizadas se concentram no Estado de Goiás, que é o quarto produtor de grãos entre os Estados brasileiros, com uma produção de 9,2 milhões de toneladas, contribuindo com 8,9% na produção nacional.

A região Centro-Oeste se destaca dentre as maiores regiões produtoras de milho, soja, algodão e sorgo do Brasil. Segundo dados do IBGE (2005) apenas 8 estados do Brasil concentram 90% da produção nacional de milho, dos quais o Estado de Goiás representou 8,4%. A cultura da soja na região representa 12,3% da produção nacional, enquanto que o sorgo é uma cultura que tem se destacado na região Centro-Oeste, por ser uma alternativa de substituição do milho 2ª safra, devido à maior resistência as adversidades climáticas. A produção brasileira vem apresentando sucessivos aumentos a partir de 1999 e os maiores produtores foram os estados de Goiás e Mato Grosso com, respectivamente, 34,2% e 17,1% da produção nacional. Já a produção de algodão no Estado de Goiás representou 12,4% da produção nacional.

Devido à facilidade de mecanização, a prática mais comum nos Cerrados é o plantio convencional de grandes áreas continuas com a mesma cultura por vários anos, sem a preocupação com os problemas advindos desta prática que gera grandes quantidades de sedimentos, da ordem de 3,06 milhões de toneladas ao ano, resultantes da erosão hídrica e que são levados muitas vezes para dentro dos cursos d'água assoreando-os e poluindo-os (LIMA et al., 2003).

Na região dos Cerrados o manejo dos solos tem-se caracterizado pelo preparo e revolvimento excessivo do solo. O preparo compreende um conjunto de técnicas que, quando usadas racionalmente, viabilizam altas produtividades agropecuárias a baixos custos; caso contrário, resulta na degradação física, química e biológica do solo e na diminuição da produtividade agrícola. Por essa razão, o aumento de áreas agrícolas degradadas está forçando mudanças de conceitos relacionados ao uso da terra, baseados em uma visão holística dos processos de exploração agropecuária, em que os recursos naturais solo, água e biodiversidade são explorados de forma mais sustentável.

A obtenção de elevadas produtividades agrícolas na região do Cerrado é promissora ao longo do tempo, porém dependente de formas viáveis de produção com o menor impacto possível sobre os recursos naturais.

#### 2.4 Matas ciliares na retenção de sedimentos

#### 2.4.1 Função e eficiência das matas ciliares

As matas ciliares, também conhecidas como matas ripárias ou de galeria, consistem de vegetações que ocupam as margens de cursos d'água. Na literatura nacional, outros nomes são atribuídos às matas ciliares, sendo diferenciadas das florestas de galeria, por essas atingirem extensão maior, podendo se estender por todo o fundo do vale, ocorrendo exclusivamente na presença de curso d'água em região onde a vegetação não forma floresta contínua. São denominadas de mata de fecho, florestas de condensação, mata aluvial ou floresta paludosa ou de várzea, veredas no agreste nordestino e Brasil Central, se composta por mata de buritis, floresta beira-rio, ribeirinha ou ripária (MANTOVANI, 1989).

A vegetação no entorno dos cursos d'água, reservatórios, alagadiços e nascentes, possui características resultantes da interação das condições ambientais ribeirinhas, que refletem as características pedológicas, climáticas e hidrológicas, atuando como elementos definidores das condições ecológicas locais (RODRIGUES, 2000). Essas condições, juntamente com os elementos bióticos, constituem os ecossistemas ripários, sendo muito frágeis por estarem situadas entre dois ecossistemas distintos, o terrestre e o aquático, mas influenciados por ambos. Eles têm a função de regular as transferências de energia e nutrientes de um ecossistema para o outro (LLANO, 1998; PAULA LIMA, 1998; CAVALCANTI; LOCKABY, 2006). Com a função de atuar como filtros de sedimentos, nutrientes e poluentes advindos de áreas agrícolas (SPAROVEK et al., 2002; CAVALCANTI; LOCKABY, 2006; SANTOS, 2007), as matas ciliares atenuam a velocidade do escoamento superficial, por meio de barramentos proporcionados pela vegetação e estratificação dos depósitos orgânicos da superfície do solo (CORRELL, 1997).

Com a expansão da agricultura, houveram rápidas e profundas alterações no uso e na cobertura da terra (DOUGLAS, 1990). Com essa expansão as matas ciliares sofreram e vem sofrendo grandes interferências, pois, muitas vezes as vegetações adjacentes aos rios são retiradas, dando lugar a áreas degradadas sem nenhum uso agrícola; em outros casos as áreas inundáveis são transformadas em campos agrícolas drenados (BAUDRY, 1997) e quando faixas de vegetação são mantidas ao longo dos corpos d'água, são bastante prejudicadas pela atividade agrícola. Nesse sentido, cresce a preocupação com a sustentabilidade destes ambientes, na tentativa de mensurar a capacidade dessas faixas de vegetação reterem sedimentos, sem que suas outras funções sejam afetadas (CAVALCANTI; LOCKABY, 2006).

Santos (2007), estudando a erosão e deposição de sedimentos em duas vertentes com mata ciliar em GO concluiu que a eficiência das faixas de matas ciliares na retenção dos sedimentos gerados em áreas agrícolas depende do comprimento e declividade da vertente, da qualidade da vegetação ribeirinha e da largura da mata ciliar recomendando ainda a manutenção desse tipo de vegetação como medida mitigadora dos impactos da agricultura sobre os recursos naturais. Nesse mesmo trabalho a autora ainda ressalta que a sedimentação excessiva nessas áreas pode provocar impactos negativos para a sustentabilidade desse ecossistema sendo necessário o emprego de medidas conservacionistas em toda a bacia hidrográfica a fim de reduzir as quantidades de sedimentos que atingem as zonas ripárias e de estudos que avaliem a tolerância dos ecossistemas ripários à deposição dos sedimentos em diferentes situações de paisagens, a fim de gerar subsídios para o estabelecimento de larguras ótimas de matas ciliares.

Sparovek et al. (2005) estudando o efeito de uma mata ripária na retenção dos sedimentos trazidos de uma área cultivada com cana-de-açúcar mostraram que a maior parte da deposição dos sedimentos ocorre nos primeiros metros da mata ciliar decrescendo em direção ao seu interior. Resultados similares foram encontrados por Filippe (2006).

Estudos de redistribuição de sedimentos em matas ciliares, em paisagens agrícolas, têm grande importância principalmente na investigação da efetividade de faixas de mata ciliar na proteção dos recursos hídricos (LOWRANCE et al., 1997; SPAROVEK et al., 2002).

#### 2.4.2 Legislação ambiental

A Constituição Federal brasileira determina, no Art. 225, que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".

A primeira legislação protegendo as formações ciliares foi homologada em 1965, mas a inadequação e incoerência das políticas públicas brasileiras, associadas ao descaso do poder público para as questões ambientais, com a quase inexistência de fiscalização, têm resultado na eliminação e conseqüente fragmentação dessas florestas ciliares ao longo do tempo. Esse processo tem comprometido sua principal característica de eficiência detentora da biodiversidade (SILVA JÚNIOR et al., 1998).

A mata ciliar é protegida pela Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965, complementada pela lei nº 7.803/1989 e alterada pela medida provisória nº 2.166-67/2001, ou seja, o Código Florestal. As larguras mínimas definidas para essas áreas são bastante questionadas, porém, ainda são válidos os valores definidos pela Lei nº 7803/89. A partir de 1990, aumentaram as iniciativas de restauração de áreas degradadas, principalmente em áreas de matas ciliares. Este aumento deve-se basicamente a dois fatores: conscientização da sociedade e exigências legais (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000).

As larguras dessas faixas foram estabelecidas com pouco critério científico e sem levar em consideração características específicas de cada microbacia, como por exemplo a fisionomia da vegetação, estado de degradação da área, o papel do corredor ecológico, o tipo do solo, a declividade e o comprimento da vertente (FELIPPE, 2006; CURCIO, 2006). Já a Resolução nº 303 de 20 de março de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente (APPs).

A partir de 1990, aumentaram as iniciativas de restauração de áreas degradadas, principalmente em áreas ciliares. Este aumento se deu basicamente por dois fatores: conscientização da sociedade e exigências legais (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000).

Duas leis determinaram grandes mudanças nesse processo. O Código Florestal – Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, estabeleceu a zona ciliar como uma área de preservação permanente, ou seja, uma reserva ecológica que não pode sofrer qualquer alteração, devendo permanecer sua vegetação (floresta e outros tipos de vegetação) na condição original. Em 1991, a Lei de Política Agrícola - Lei nº 8171 de 17 de janeiro de 1991 determinou a recuperação gradual de APPs estabelecendo um período de 30 anos para a recuperação da vegetação nas áreas onde esta foi retirada.

A partir disso, proliferou-se um grande número de iniciativas que visam a recuperação e proteção das matas ciliares. Estas iniciativas se dão tanto no nível de governo como no da sociedade civil. Podem-se destacar as iniciativas de organizações não governamentais ambientalistas, associações de reposição florestal, consórcios de bacias, programas estaduais e nacionais (programas de microbacia, programas de desenvolvimento florestal), empresas privadas (companhias hidrelétricas, empresas florestais), produtores rurais, governos municipais, estaduais e federal.

Dentro destas iniciativas criou-se a ISO-14000, que é um selo de abrangência mundial, que exige adequação dos produtos e bens produzidos de forma ecologicamente correta, objetivando conter o desmatamento. A adequação a normas como a ISO-14000

certamente transformará em regras a implantação de sistemas de gestão e auditorias ambientais em empresas, o que propiciará, de forma decisiva, uma reformulação nos processos de uso de matéria prima e nas formas de produção, onde se incluem, sobretudo, a conservação dos recursos naturais e a recuperação de áreas degradadas (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000).

Apesar de protegidas por lei federal, as matas ciliares encontram-se devastadas no Brasil, principalmente devido ao processo de urbanização desordenado e práticas agrícolas intensivas (MARTINS, 2001). Isso traz danos não só ambientais e ecológicos, mas também econômicos para o país, pois os recursos hídricos, além do abastecimento de água, são utilizados para a geração de energia elétrica (SALVADOR, 1986).

# 2.5 Uso do Césio-137 (<sup>137</sup>Cs) na predição da erosão e deposição de sedimentos em áreas agrícolas

Estimativas das taxas de redistribuição de sedimentos associadas a diferentes usos e manejos do solo são escassas e os métodos comumente empregados nas suas determinações são onerosos e demorados.

Iniciada por Ritchie, Spraberry e Mchenry (1974), a técnica do <sup>137</sup>Cs permite avaliar perdas e acúmulos reais de sedimentos por erosão através da análise da redistribuição do "fallout" do <sup>137</sup>Cs. No Brasil o uso desta técnica vem crescendo nos últimos anos e destacam-se os trabalhos de Guimarães (1998); Bacchi et al. (2000); Sparovek et al. (2000); Andrello et al. (2001); Andrello, Appoloni e Guimarães (2003); Andrello e Appoloni (2004); Correchel et al. (2005); Correchel et al. (2006); Pires, et al. (2009).

De acordo com Walling e Quine (1990; 1991) a técnica do <sup>137</sup>Cs tem uma série de potenciais e limitações. Como limitações pode-se destacar: 1 - As taxas de redistribuição de solo estimadas representam uma média dos últimos 46 anos, ou seja, desde a ocorrência do "fallout" do <sup>137</sup>Cs em 1963 até os dias atuais sendo pouco influencias por eventos extremos de precipitação; 2 - As taxas estimadas representam a soma de todos os processos erosivos que podem ocorrer dentro de uma área, ou seja, não é sensível a um único evento erosivo, mas sim a eventos erosivos ocasionados de diferentes formas e épocas; 3 - Do ponto de vista prático, a aplicação da técnica do <sup>137</sup>Cs é inviável para o estudo de erosão em grandes áreas devido à grande dificuldade em se amostrar toda a área em todas as camadas recomendadas; por esse motivo as amostragens são realizadas em transeções que muitas vezes não são representativas para se medir a erosão em uma área de estudo; 4 - Nos solos do hemisfério sul a atividade de

<sup>137</sup>Cs é baixa, o que exige alto tempo de contagem da atividade de <sup>137</sup>Cs das amostras de solo, para contornar esse problema pode-se usar detectores de radiação com melhores eficiências de detecção, porém são muito caros; 5 - Grande dificuldade em se encontrar áreas de referência próximas as áreas de estudo que representem o <sup>137</sup>Cs depositado no solo em condições locais.

Como potenciais da técnica do <sup>137</sup>Cs detacam-se: 1 - As taxas de erosão e redistribuição de solo podem ser avaliadas de forma quantitativa; 2 - A área pode ser estudada com um mínimo de perturbações do solo para o agricultor já que não exige a montagem de coletores de chuva no campo para a estimativa da erosão. 3 - A técnica permite a avaliação da erosão dentro da área estudada e a deposição dos sedimentos fora dela; 4 - Com apenas um ponto de amostragem na área de estudo e outro na área de referência pode-se estimar a erosão para aquele ponto específico.

O <sup>137</sup>Cs é um isótopo radioativo com meia-vida de 30 anos, produzido artificialmente pela fissão do urânio ou plutônio. O decaimento do <sup>137</sup>Cs se dá pela transformação no isótopo <sup>137</sup>Ba-m (m = metaestável), com emissão de radiação beta e raios gama de 661,6 keV de energia. Esses raios gama, altamente penetrantes, permitem que o <sup>137</sup>Cs seja facilmente detectável por meio de detectores de radiação.

O <sup>137</sup>Cs presente no ambiente tem duas possíveis origens, uma delas foram os testes com bombas nucleares ocorridos entre as décadas de 1950 a 1960, e o acidente ocorrido na usina nuclear de Chernobyl em 1986. O <sup>137</sup>Cs originado dos testes nucleares foi transportado para a atmosfera, distribuído globalmente e posteriormente depositado na superfície do solo através da precipitação pluvial ("fallout"). A variação espacial do "fallout" é evidente em escala global, sendo que as menores deposições ocorreram no hemisfério sul em comparação ao hemisfério norte, onde se localizou a maioria dos testes nucleares.

Devido a sua rápida e forte adsorção aos minerais de argila, indicando sua boa fixação nos horizontes superficiais do solo logo após sua deposição, apresenta baixa movimentação vertical em solos não perturbados após a ocorrência do "fallout". Esta situação é mais evidente em regiões de baixa magnitude de "fallout" como é o caso do Brasil. O <sup>137</sup>Cs depositado pelo "fallout" concentra-se principalmente nas camadas superficiais do solo, até 5 cm de profundidade (HANDL, 1988). Este comportamento permite usar o <sup>137</sup>Cs como traçador, pois é possível relacionar a atividade do <sup>137</sup>Cs com a redistribuição de sedimentos e perdas de solo (WALLING; QUINE, 1993; BACCHI, et al., 2000; ANDRELLO; APPOLONI, 2004; GUIMARÃES, 2003; CORRECHEL, 2003).

A avaliação das perdas e ganhos de solo pela técnica do <sup>137</sup>Cs se baseia na comparação dos valores dos inventários de <sup>137</sup>Cs medidos (atividade total em Bequerel (Bq)

por unidade de área) de pontos individuais amostrados no local de estudo com aqueles obtidos na área de referência, cujo valor representa a quantidade de <sup>137</sup>Cs proveniente do "fallout" adicionado originalmente ao solo em condições locais. As diferenças entre os inventários de <sup>137</sup>Cs de um dado local de estudo, em relação ao inventário de referência (estabelecido em um local com cobertura vegetal permanente, não erodido ou muito pouco erodido após o "fallout"), permitem avaliar situações de perdas e acúmulos de sedimentos pelo processo erosivo (WALLING; QUINE, 1993). Dessa forma, pontos de amostragem que apresentem valores de inventários menores que os valores obtidos em áreas de referência representam uma situação de perda de solo, e locais onde os valores de inventário forem maiores que os obtidos nas áreas de referência representam uma situação de acumulo ou deposição de sedimentos.

Com a crescente expansão agrícola no Brasil, em especial na região dos Cerrados, a aplicação desta técnica é uma ferramenta interessante para se avaliar as perdas de solo causadas pelos sistemas agrícolas.

#### 2.6 A Equação Universal de Perda de Solo - EUPS

Dentre os métodos utilizados para predizer as perdas que um solo irá sofrer sob determinadas condições de manejo e para avaliar a eficiência das práticas conservacionistas destaca-se a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), do inglês "Universal Soil Loss Equation" (USLE) (WISCHMEIER; SMITH, 1978), empregada em diversas regiões e para diferentes finalidades (ALBADEJO MONTORO; STOCKING, 1989). A EUPS é descrita pela equação (1) conforme segue:

$$E = R K L S C P$$
 (1)

onde, **R** = fator erosividade da chuva que discrimina o índice de erosão causado pela chuva (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>); **K** é o fator erodibilidade do solo que relaciona a perda de solo sob diversos cultivos, num declive de 9% com comprimento de rampa de 25 metros (Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>); **L** = fator comprimento do declive, é a relação de perdas de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 25 metros para o mesmo solo e grau de declive; **S** = fator grau de declive, é a relação de perdas de solo entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa; **C** = fator uso e manejo do solo, é a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas

condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto e **P** = fator práticas conservacionistas, é a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo. A letra **E** representa a perda de solo por unidade de área por unidade de tempo dada em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ou seja, a taxa média anual de erosão. O produto dos componentes dimensionais da EUPS computa as perdas de solo para uma parcela padrão em um determinado solo para condições locais específicas. No Brasil, a EUPS vem sendo empregada em projetos de planejamento ambiental e de conservação do solo (MARGOLIS et al., 1985; LIMA, 1990; MATA et al., 2007; WEILL et al., 2008) porém há uma grande carência de dados básicos, o que constitui um grande problema para a sua utilização rotineira.

A EUPS foi inicialmente desenvolvida nos Estados Unidos, nos anos 50, por pesquisadores do Departamento de Agricultura do Serviço de Conservação do Solo em colaboração com a Universidade de Purdüe (USA) e revisada por Wischmeier e Smith (1978). É baseada em dados derivados de uma grande quantidade de experimentos de campo e aborda os quatro principais fatores responsáveis pelo processo erosivo: clima, solo, topografia e uso e manejo do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990; RENARD et al., 1991).

No Brasil, os primeiros trabalhos utilizando a EUPS foram realizados por Bertoni; Lombardi Neto e Benatti Júnior (1975), neste trabalho os autores utilizaram dados existentes para as condições do estado de São Paulo. A partir de 1975 vários outros autores passaram a utilizar os fatores da EUPS para outras regiões do Brasil (FREIRE; PESSOTI, 1976; MARGOLIS et al., 1985; LIMA, 1991). A EUPS é capaz de prever a erosão do solo de médio a longo prazo baseado em séries de longos períodos de coletas de dados e daí então promover o planejamento de práticas conservacionistas para minimizar as perdas de solo a níveis aceitáveis (LARSON et al., 1997).

A criação desta equação teve por objetivo inicial fornecer subsídios para auxiliar os técnicos atuantes no serviço de conservação do solo no planejamento de uso do solo de áreas rurais, dando suporte para avaliar também se uma determinada área cultivada apresentava perdas de solo dentro ou além dos limites considerados toleráveis para as condições da área, permitindo ainda a avaliação da eficácia de práticas conservacionistas. A EUPS é um instrumento valioso para os trabalhos de conservação do solo. Pode ser usada como guia para o planejamento do uso do solo para determinar as práticas de conservação mais apropriadas para o terreno (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Originalmente, a EUPS foi desenvolvida para uso em terras cultivadas. Porém, ainda precocemente, foi aplicada em áreas de pastagem e áreas florestais impactadas, havendo

opiniões divergentes sobre suas novas aplicações. Atualmente, a EUPS vem sendo aplicada em outros tipos de uso e ocupação de solo incluindo áreas de construção urbana, locais de recreação, aterros para construção de estradas, entre outros (RENARD et al., 1991).

Apesar de ser usada há tanto tempo, a EUPS ainda apresenta grandes problemas. Sua principal restrição é a tendência de superestimar as taxas de erosão em áreas com declividade acima de 20%, outra restrição e a longa série de dados exigidos para uma boa estimativa dos seus fatores segundo Wischmeier e Smith, (1978). Segundo ainda Wischmeier e Smith, (1978) isso ocorre devido à impossibilidade de se predizer onde o material erodido será depositado uma vez que a EUPS não prevê a deposição de sedimentos e que apesar do preparo do solo ser considerado como uma das principais causas dos processos de degradação do solo.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização das áreas selecionadas

Neste estudo foram selecionadas áreas de produção agrícola com histórico conhecido em um raio de 400 km de Goiânia-GO, identificando-se áreas representativas de pastagens e lavouras cultivadas em SPC e SPD, com o auxílio de fotos, imagens aéreas, ferramentas de sensoriamento remoto e visitas aos locais. A utilização desses recursos foi importante para a identificação de áreas de referência e de estudo uma vez que para a utilização da técnica do <sup>137</sup>Cs é importante que se conheça o histórico de uso e ocupação do solo.

Em geral, a vegetação nativa apresenta fisionomia de savana arborizada sob o domínio do bioma Cerrado, porém apresenta grandes extensões de terra utilizadas para uso agropecuário. Observa-se a ocorrência de áreas remanescentes de mata nativa às margens dos rios, ribeirões, nas encostas e nas veredas, próximo às áreas de estudo.

O clima nas áreas de estudo é classificado como do tipo Aw (Classificação de Köppen) caracterizado como tropical úmido, com duas estações bem definidas, úmida no verão e seca no inverno, as chuvas se concentram nos meses de dezembro a março, com precipitação média anual entre 1200 a 1800 mm, as temperaturas variam entre 18° C a 30°C (ACEG, 2002).

Foram estudadas três áreas com diferentes usos do solo (soja, algodão e pastagem) e em cada uma delas, a sua jusante, havia um remanescente de mata ciliar.

# 3.1.1 Área cultivada em sistema de plantio convencional (SPC)

Esta área localiza-se na microbacia hidrográfica do Córrego do Lajeado, Goiatuba – Goiás (latitude -18°09'22"S, longitude - 49°26'24"W e altitude 598 m). O solo predominante é o Latossolo Vermelho Distrófico cultivado com algodão em SPC. Foi traçada uma transeção partindo da área agrícola, com comprimento de 204 m e declividade média de 8%, passando por uma faixa de mata ciliar remanescente com comprimento médio de 44 m e 7% de declividade média, às margens do Córrego do Lajeado.

A ocupação do solo ocorreu na década de 1940, quando a cobertura original de Cerrado foi retirada para a implantação do cultivo de pastagens e posteriormente por culturas agrícolas. No ano de 1997 a área passou a ser cultivada com algodão, rotacionado com culturas de milho (milho safrinha) e milheto na entressafra.

A floresta ribeirinha apresenta bom estado de conservação, onde é possível observar à ocorrência de indivíduos arbóreos de porte elevado, sendo comum à ocorrência de árvores de raízes tubulares, que funcionam como barreira ao fluxo de enxurrada, causando a retenção dos sedimentos.

# 3.1.2 Área cultivada em sistema de plantio direto (SPD)

Esta área localiza-se na microbacia hidrográfica do córrego da Ponte Nova, Goiatuba – Goiás (latitude -17°08'56"S, longitude -50°15'19"W e altitude 535 m). O solo predominante é um Cambissolo Háplico Eutrófico cultivado com soja em SPD. À jusante dessa área há um remanescente florestal, com largura média de 25 m circundando uma área de vereda, típica da região. A transeção foi traçada partindo da área agrícola em linha reta passando pelo remanescente florestal, finalizando no inicio da área alagada (vereda), a declividade média da transeção é de 11% com comprimento de 140 m e na parte da transeção composta pela mata ciliar de 13% com comprimento de 25 m.

Nesta área a ocupação do solo ocorreu na década de 1970, quando a cobertura vegetal nativa de Cerrado foi substituída pelo uso agrícola em SPC, até o ano de 1997. A partir de 1998 a área de estudo passou a ser cultivada sob SPD, em que a semeadura é feita diretamente sobre os restos culturais do ano anterior, sem que ocorra o revolvimento do solo.

A mata remanescente encontra-se bastante descaracterizada, sendo observada a ocorrência de clareiras e evidências de retirada dos indivíduos arbóreos de maior porte; o subbosque é composto por arbustos e gramíneas.

# 3.1.3 Área ocupada com pastagem

Esta área localiza-se na microbacia hidrográfica do Córrego Rio dos Bois, Jandaia – Goiás (latitude -18°00'22"S, longitude -49°25'42"W e altitude 566 m). O local de amostragem encontra-se parcialmente ocupado por pastagem com capim-braquiária, em um Cambissolo Háplico Eutrófico. O relevo é côncavo, propiciando um aumento da velocidade da enxurrada no sentido do declive. A partir do terço médio da encosta, duas transeções foram

demarcadas, a partir da área ocupada com pastagem. A primeira transeção tem comprimento de 135 m e declividade média de 12%, passando por uma faixa de mata ciliar remanescente com comprimento médio de 20 m e 11% de declividade. A segunda tem comprimento de 135 m e declividade média de 10%, passando uma mata ciliar remanescente de 20 m e 9% de declividade; ambas as transeções às margens do Córrego Barreirão.

A ocupação do solo ocorreu na década de 1980, quando a cobertura original de cerrado foi substituída pelo cultivo de arroz e posteriormente pela cultura de milho. No ano de 1986 a área passou a ser cultivada com pastagem, sendo no inicio utilizada uma adubação corretiva, e depois, nos últimos anos, nenhum tipo de correção foi realizado.

A floresta ribeirinha apresenta baixo estado de conservação, porém ainda é possível observar a ocorrência de indivíduos arbóreos. Nota-se que na área não há qualquer proteção como barreiras ao trânsito de animais (gado), o que vem causando o raleamento da mata ciliar e o desbarrancamento das margens dos rios, intensificados pelo relevo da área ocupada pela pastagem.

#### 3.2 Amostragem do solo nos locais de estudo

#### 3.2.1 Em transeções

Em cada área de estudo coletaram-se amostras de solo ao longo de uma transeção em linha reta partindo da área agrícola, passando pela mata ciliar em direção ao curso d água, a transeção foi iniciada no ponto mais alto da área e finalizada no interior da mata ciliar. Em cada transeção coletaram-se amostras deformadas com auxílio de um trado tipo caneca para análise da atividade de <sup>137</sup>Cs, sendo compostas por 3 sub-amostras distanciadas 5 m, em linhas perpendiculares a transeção, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 centímetros.

Em cada transeção, foram retiradas amostras indeformadas de solo com o auxílio de um extrator de Uhland, com anéis volumétricos (5x5cm) e com trado holandês nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm próximas aos pontos de amostragem de <sup>137</sup>Cs para a determinação dos parâmetros físicos e químicos dos solos estudados.

#### 3.2.2 Em trincheiras

Na área de mata ciliar localizada à jusante de cada área de estudo foram abertas trincheiras com dimensões de (1x1x1 m). Inicialmente procedeu-se a descrição morfológica de cada trincheira, e na seqüência foi realizada a amostragem do solo em camadas de 5 centímetros de profundidade, até onde foi evidenciado o depósito de sedimentos, em blocos de 20 cm x 20 cm de lado, obtendo dessa forma, aproximadamente 2 kg de solo, quantidade necessária para a realização das análises da atividade de <sup>137</sup>Cs. Nas mesmas amostras de solo usadas para a análise da atividade do <sup>137</sup>Cs foram determinadas as análises granulométricas.

# 3.2.3 Área cultivada com algodão em SPC

Na Tabela 1 estão apresentadas as nomenclaturas e distâncias dos pontos de amostragem na transeção cultivada com algodão em SPC e nas trincheiras.

Tabela 1 - Identificação e nomenclatura dos pontos de amostragem de solo na transeção cultivada com algodão em SPC e nas trincheiras em Goiatuba, GO

Região	Ponto	Distância do curso d'água (m)	Uso do solo	SIGLA
		TRANSEÇÃO		
Goiatuba	1	204	algodão/SPC	ATr204
Goiatuba	2	144	algodão/SPC	ATr144
Goiatuba	3	104	algodão/SPC	ATr104
Goiatuba	4	84	algodão/SPC	ATr84
Goiatuba	5	64	algodão/SPC	ATr64
Goiatuba	6	40	mata ciliar	MTr40
Goiatuba	7	30	mata ciliar	MTr30
Goiatuba	8	20	mata ciliar	MTr20
Goiatuba	9	10	mata ciliar	MTr10
Goiatuba	10	4	mata ciliar	MTr4
		TRINCHEIRAS		
Goiatuba	1	40	mata ciliar	MT1
Goiatuba	2	30	mata ciliar	MT2
Goiatuba	3	20	mata ciliar	MT3
Goiatuba	4	10	mata ciliar	MT4
Goiatuba	5	4	mata ciliar	MT5

Foi traçada uma transeção de 204 m de comprimento em linha reta partindo da área agrícola, passando pela mata ciliar em direção ao córrego, (Figura 1), sendo 160 m na área cultivada e 44 m na mata ciliar; os pontos de coleta foram assim distribuídos: a) cinco pontos na área cultivada: o primeiro ponto localizado a 204 m do curso d'água; o segundo a

144 m; o terceiro a 104 m; o quarto a 84 m; e o último a 64 m; b) na área da mata ciliar foram amostrados 5 pontos, sendo o primeiro ponto localizado a 40 m do curso d'água; o segundo a 30 m; o terceiro a 20 m; o quarto a 10 m e o último a 4 m do curso d'água. As amostras foram coletadas com o auxílio de um trado tipo caneca, sendo compostas por 3 sub-amostras distanciadas 5 m, em linhas perpendiculares a transeção, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 centímetros. Para a avaliação do <sup>137</sup>Cs, dentro da mata foram abertas 3 trincheiras (MT1, MT2 e MT3) nas dimensões de 1x1x1 m, sendo a primeira a 40 m do curso d'água, a segunda a 30 m e a terceira localizada a 20 m. As trincheiras foram amostradas de 5 em 5 cm de profundidade, até onde foi evidenciado o deposito de sedimentos, em blocos de 20 cm × 20 cm de lado, obtendo aproximadamente 2 kg de solo. Ainda na mata ciliar, outras duas trincheiras foram abertas (MT4 e MT5), nestas trincheiras foi realizada somente a descrição morfológica dos perfis, localizadas a 10 e 4 metros do curso d'água, respectivamente.

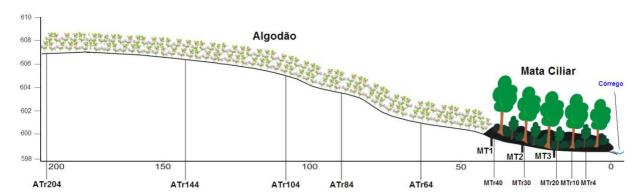


Figura 1 – Perfil ilustrativo da vertente estudada na área cultivada com algodão em SPC com a localização das tradagens (ATr e MTr) e das trincheiras (MT)

A distância do primeiro ponto na transeção (área cultivada) para o segundo é de 60 m com declividade média de 7%; do segundo para o terceiro é de 40 m e 7% de declive, do terceiro para o quarto é de 20 m e 9%, do quarto para o quinto 20 m e 9%, e do quinto ponto para a entrada da mata ciliar é de 20 m e 14% de declividade. Dentro da mata ciliar o primeiro ponto está a 4 m da entrada da mata onde o declive é de 7%, do primeiro ponto na mata para o segundo a distância é de 10 m com 12% de declive, do segundo para o terceiro é de 10 m e 9% de declive, do terceiro para o quarto é de 10 m e 3% de declividade e do quarto para o quinto ponto a distância é de 10 m com 3% de declividade média.

# 3.2.4 Área cultivada com soja em SPD

Na Tabela 2 são apresentadas as nomenclaturas e distâncias dos pontos de amostragem na transeção cultivada com soja em SPD e nas trincheiras.

Tabela 2 - Identificação e nomenclatura dos pontos de amostragem de solo na transeção cultivada com soja em SPD e nas trincheiras em Goiatuba, GO

Região	Ponto	Distância do curso d'água (m)	Uso do solo	SIGLA
		TRANSEÇÃO		
Goiatuba	1	140	Soja/SPD	STr140
Goiatuba	2	115	Soja/SPD	STr115
Goiatuba	3	90	Soja/SPD	STr90
Goiatuba	4	70	Soja/SPD	STr70
Goiatuba	5	50	Soja/SPD	STr50
Goiatuba	6	21	mata ciliar	MTr21
Goiatuba	7	14	mata ciliar	MTr14
Goiatuba	8	4	mata ciliar	MTr4
		TRINCHEIRAS		
Goiatuba	1	21	mata ciliar	MT1
Goiatuba	2	14	mata ciliar	MT2

Nesta área foi traçada uma transeção em linha reta partindo da área agrícola, passando pela mata ciliar em direção a área alagada, o comprimento total da transeção é de 140 m (Figura 2), sendo 115 m dentro da área cultivada e 25 m dentro na mata ciliar; Os pontos de coleta foram distribuídos ao longo da transeção da seguinte forma: na área cultivada foram amostrados cinco pontos, o primeiro distante 140 m da área alagada, o segundo a 115 m, o terceiro a 90 m, o quarto a 70 m e o quinto a 50 m; na área da mata ciliar foram amostrados três pontos, o primeiro distante 21 m da área alagada, o segundo a 14 m e o terceiro a 4 m. As amostras foram coletadas com o auxílio de um trado tipo caneca, sendo compostas por 3 sub-amostras distanciadas 5 m, em linhas perpendiculares a transeção, nas profundidades de 0 a 20, de 20 a 40 e de 40 a 60 centímetros. Com a finalidade de verificar as camadas de sedimentos depositadas dentro da mata, foram abertas duas trincheiras com dimensões de 1x1x1 m, uma a 4 m da entrada da mata e outra a 14 m. As trincheiras foram amostradas de 5 em 5 cm de profundidade, até onde foi evidenciado o deposito de sedimentos, em blocos de 20 cm × 20 cm de lado, obtendo aproximadamente 2 kg de solo.

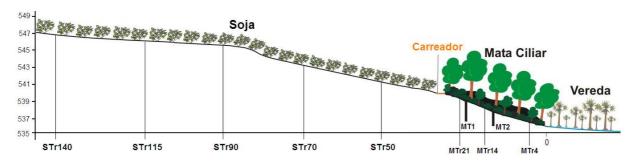


Figura 2 – Perfil ilustrativo da vertente estudada na área cultivada com soja em SPD com a localização das tradagens (STr e MTr) e das trincheiras (MT)

Na área cultivada, a distância do primeiro ponto para o segundo é de 25 m com declividade média de 11%; do segundo para o terceiro, 25 m e 9% de declive, do terceiro para o quarto, 20 m e 9% de declive, do quarto para o quinto, 20 m e 10% de declive, e do quinto ponto para a entrada da mata ciliar, 25 m e 15% de declive. Dentro da mata ciliar o primeiro ponto está a 4 m da entrada da mata com declive de 13%; do primeiro ponto para o segundo, 7 m e 13% de declive; e do segundo para o terceiro, 9 m e 15% de declive médio.

# 3.2.5 Área ocupada com pastagem

Na Tabela 3 são apresentadas as nomenclaturas e distâncias dos pontos de amostragem na transeção 1 (T1), transeção 2 (T2) e das trincheiras na área de pastagem localizada em Jandaia, GO.

Tabela 3 - Identificação e nomenclatura dos pontos de amostragem de solo nas transeções de pastagem (T1e T2) e nas trincheiras localizadas em Jandaia, GO

Região	Ponto	Distância do curso d'água (m)	Uso do solo	SIGLA	
		TRANSEÇÃO			
Jandaia	1	135	pastagem	P135	
Jandaia	2	115	Pastagem	P115	
Jandaia	3	95	pastagem	P95	
Jandaia	4	75	Pastagem	P75	
Jandaia	5	55	pastagem	P55	
Jandaia	6	35	Pastagem	P35	
Jandaia	7	20	mata ciliar	M20	
Jandaia	8	10	mata ciliar	M10	
Jandaia	9	5	mata ciliar	M5	
	TRINCHEIRAS				
Jandaia	1	terço superior	mata ciliar	PT1	
Jandaia	2	terço médio	mata ciliar	PT2	
Jandaia	3	entrada da mata - T1	mata ciliar	PT3	
Jandaia	4	entrada da mata – T2	mata ciliar	PT4	

Nesta área foram traçadas duas transeções paralelas de 135 metros de comprimento cada, distantes aproximadamente 50 metros uma da outra, na Figura 3 é mostrado um perfil topográfico ilustrativo das vertentes estudadas com a localização dos seus respectivos pontos de coleta.

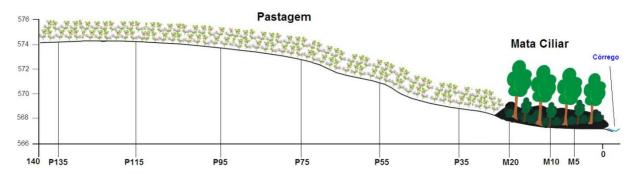


Figura 3 – Perfil ilustrativo das vertentes estudadas nas duas transeções na área de pastagem com a localização das tradagens na pastagem (P) e na mata (M)

#### 3.2.5.1 Transeção 1

O comprimento total da transeção 1 (T1) foi de 135 m, sendo 115 m na área de pastagem e 20 m na mata ciliar (Figura 3). Os pontos de coleta ao longo da transeção foram assim distribuídos: a) na área de pastagem foram amostrados seis pontos: o primeiro distante a 115 m da entrada da mata ciliar; o segundo, a 95 m; o terceiro a 75 m, o quarto a 55 m; o quinto a 35 m e o último distante 15 m da borda da mata ciliar; b) na área da mata ciliar foram três pontos de coleta, sendo o primeiro a 20 m do curso d'água, o segundo, a 10 m; e o terceiro, a 5 m do curso d'água.

As distâncias dos pontos na transeção foram de: a) na área de pastagem, do primeiro ponto para o segundo de 20 m, com declividade média de 9%; do segundo para o terceiro ponto de 20 m e 14% de declive; do terceiro para o quarto de 20 m e 14% de declive; do quarto para o quinto de 20 m e 14% de declive e do quinto para o sexto de 20 m e 9% de declive; b) dentro da mata ciliar, do sexto para o sétimo ponto, a distância foi de 15 m e declive de 8%, do sétimo para o oitavo 10 m e 16% de declive e do oitavo para o nono 5 m e 18% de declive médio.

#### 3.2.5.2 Transeção 2

O comprimento total da transeção 2 (T2) foi de 135 m, sendo 115 m na área de pastagem e 20 m na mata ciliar (Figura 3). Os pontos de coleta ao longo da transeção foram assim distribuídos: a) na área cultivada escolheram-se seis pontos, o primeiro ponto distante 115 m da borda da mata ciliar, o segundo a 95 m, o terceiro a 75 m, o quarto a 55 m, o quinto a 35 m e o último distante 15 m da borda da mata ciliar; b) na área de mata ciliar foram coletados três pontos, o primeiro a 20 m do curso d'água, o segundo, a 10 m; e o terceiro, a 5 m do curso d'água.

As distâncias dos pontos na transeção foram de: a) na área de pastagem, do primeiro para o segundo de 20 m, com declividade média de 11%, do segundo para o terceiro de 20 m e 12%, do terceiro para o quarto de 20 m e 13%, do quarto para o quinto de 20 m e 7% e do quinto para o sexto ponto 20 m e 9% de declive; b) dentro da mata ciliar, do sexto para o sétimo ponto a distância foi de 15 m e declive de 9% e do sétimo para o oitavo de 10 m e 9% de declive e do oitavo para o nono de 5 m e 9% de declive médio.

Tendo em vista haver dois tipos de solos (Latossolo e um Cambissolo), foram abertas duas trincheiras entre as transeções, a primeira no terço superior da encosta, caracterizado como um Latossolo e a segunda no terço médio da encosta, caracterizado como um Cambissolo, além destas foram abertas outras duas trincheiras na entrada da mata, uma em cada transeção. As descrições morfológicas de todos os perfis de solo nas transeções estudadas se encontram no Anexo A.

#### 3.3 Amostragem do solo nos locais de referência

Foram amostrados dois locais de referência necessários para avaliar as taxas de erosão pela técnica do <sup>137</sup>Cs. As áreas foram escolhidas em função de algumas características como: proximidade dos locais de estudo; ausência de manejo do solo desde a ocorrência do "fallout" do <sup>137</sup>Cs, não estarem sujeitas aos processos de erosão ou deposição de sedimentos, mínimo declive e estarem cobertas por vegetação permanente desde a ocorrência do pico do "fallout" do <sup>137</sup>Cs que ocorreu em 1963. O valor da atividade do <sup>137</sup>Cs encontrado nesse local representa a quantidade de <sup>137</sup>Cs originalmente adicionada ao solo em condições locais.

# 3.3.1 Área de referência em Goiatuba – transeções de SPC e SPD

Para a amostragem do solo foram abertas três trincheiras (Figura 4a) de 20x20x5 cm, sendo que, em cada trincheira foram coletadas amostras de solo em camadas de 5 cm nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30 e 30-35 cm. A área de amostragem dos perfis foi definida em função da quantidade de solo necessário para a realização da análise de <sup>137</sup>Cs que é de aproximadamente 2000 cm<sup>3</sup>.

A área de referência está localizada próximo às transeções de SPD e SPC em um Latossolo Vermelho Amarelo e possui aproximadamente 30 ha. Dentro da área de referência foi escolhido o ponto mais alto para a amostragem dos três perfis de solo, sendo o relevo caracterizado como suave ondulado com declividade média de 1% e a cobertura vegetal de pastagem (Figura 4b). A pastagem foi implantada antes de 1962, a cobertura do solo é uniforme e segundo dados levantados com os moradores da propriedade, a pastagem não foi submetida a nenhum processo mecânico desde a sua implantação.

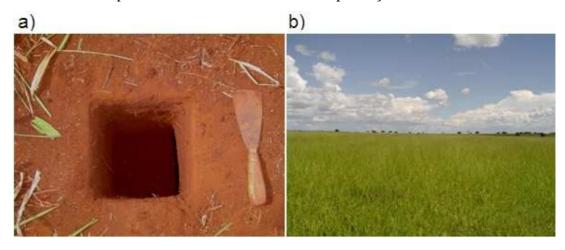


Figura 4 – a) Imagem de uma trincheira aberta para a coleta das amostras de solo na área de referência; b) Imagem da área de pastagem selecionada para a amostragem dos perfis de referência

# 3.3.2 Área de referência em Jandaia – transeções de pastagem

Localizada próximo as transeções de estudo, esta área localiza-se na microbacia hidrográfica do Córrego Rio dos Bois, Jandaia – Goiás (latitude -18°00'22"S, longitude -49°25'42"W e altitude 566 m). Foi selecionado um local de aproximadamente 20.000 m² como referência. O local de amostragem encontra-se ocupado por pastagem, em um Latossolo Vermelho Eutrófico com cultivo de braquiária. Foram tomadas amostras de solo em dois pontos da área por meio de um sistema de amostragem (Figura 5) que permite a coleta de

amostras em camadas de 5 cm de espessura, abrangendo uma superfície de 69,5 cm<sup>2</sup>, relativas as profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40 e 40-45 cm.

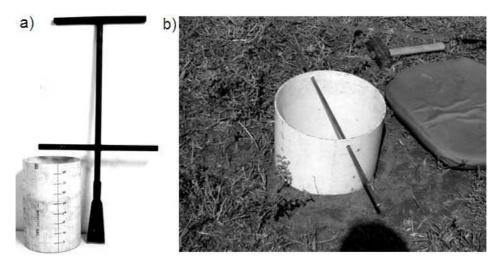


Figura 5 – Equipamento de amostragem do solo em locais de referência: a) Trado com barra limitadora de profundidade e cilindro; b) Cilindro instalado no campo. (CORRECHEL, 2003)

# 3.4 Cálculo das taxas de erosão pelo método do <sup>137</sup>Cs

Para cada ponto das transeções de estudo, foi calculada a diferença do inventário de <sup>137</sup>Cs em relação ao inventário médio de <sup>137</sup>Cs do respectivo local de referência, conforme descrito pela equação 2.

$$\Delta A_{Cs} = \left(\frac{A_{Csp} - A_{Csref}}{A_{Csref}}\right) x 100 \tag{2}$$

onde,  $\Delta A_{Cs}$  é a porcentagem de perda ou ganho de <sup>137</sup>Cs, perda se negativo e ganho se positivo;  $A_{Csp}$  é o valor do inventário de <sup>137</sup>Cs no ponto da transeção em Bq m<sup>-2</sup> e  $A_{Csref}$  é o valor médio dos inventários de referência em Bq m<sup>-2</sup>. Para converter os valores dos inventários de <sup>137</sup>Cs em taxas de erosão foi usado o método proporcional, conforme descrito em Walling e He (1997), de acordo com a equação 3.

$$E = \left(\frac{\Delta A_{Cs} d_s Z}{TF}\right) x 10 \tag{3}$$

onde, **E** é a taxa média anual de erosão ou deposição de sedimento, em Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>;  $\Delta A_{Cs}$  é a porcentagem de perda ou ganho de <sup>137</sup>Cs em relação à referência, **d**<sub>s</sub> é a densidade do solo expressa em  $Kg m^{-3}$ , **Z** é a profundidade da camada arável em metros (tomada como 0,2 m); **T** é o tempo decorrido desde o início do "fallout" do <sup>137</sup>Cs, expresso em *anos* e **F** é o fator de correção para tamanho de partículas. O modelo proporcional assume que o <sup>137</sup>Cs está uniformemente misturado ao solo na camada arável e que a perda ou ganho de <sup>137</sup>Cs nessa camada é proporcional à perda ou ganho de sedimento. As taxas de erosão calculadas com base no método do <sup>137</sup>Cs permitem uma análise retrospectiva de uso do solo desde a ocorrência do "fallout" do <sup>137</sup>Cs no hemisfério sul que ocorreu em 1963.

#### 3.5 Cálculo das taxas de erosão pela Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Para fins comparativos, nas mesmas áreas de estudo, as taxas de erosão foram também avaliadas pela Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS). A EUPS é descrita pela equação 4:

$$E = R K L S C P$$
 (4)

onde, **R** = fator erosividade da chuva que discrimina o índice de erosão causado pela chuva (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>); **K** é o fator erodibilidade do solo que relaciona a perda de solo sob diversos cultivos, num declive de 9% com comprimento de rampa de 25 metros (Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>); L = fator comprimento do declive, é a relação de perdas de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 25 metros para o mesmo solo e grau de declive; S = fator grau de declive, é a relação de perdas de solo entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa; C = fator uso e manejo do solo, é a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto e P = fator práticas conservacionistas, é a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo. A letra E representa a perda de solo por unidade de área por unidade de tempo (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), ou seja, a taxa média anual de erosão. O produto dos componentes dimensionais da EUPS computam as perdas de solo para uma parcela padrão em um determinado solo para condições locais específicas. Os parâmetros usados para o cálculo das taxas de erosão pela EUPS foram estimados com base nos dados de trabalhos já realizados na região Centro-Oeste.

#### **3.5.1 Fator R**

O índice de erosividade das chuvas (fator R) das áreas de estudo, foi calculado com base nas precipitações médias mensais e anuais relativos ao mesmo período de cultivo dos solos estudados, de acordo com o modelo descrito por Silva et al. (1997), conforme a equação 5:

$$R = 4,53 + 6,48 p \tag{5}$$

onde: **R** = representa o índice de erosividade médio anual (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), **p** = precipitação média mensal, 4,53 e 6,48 são parâmetros empíricos da equação.

Os dados pluviométricos foram obtidos através da Rede Meteorológica da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás através de duas estações de monitoramento. Para a região de Goiatuba, os dados foram tomados da Estação 26, localizada no município de Goiatuba à 18°00'41" S e 49°21'59" W, e para Jandaia, da Estação 17 (Usina Denusa) localizada no município de Jandaia, à 17°09'22" S e 50°15'42" W.

#### **3.5.2 Fator K**

O índice de erodibilidade do solo, (fator K) foi estimado através do método nomográfico proposto por Wischmeier et al. (1971), expresso pela equação 6:

$$K = \left\{ \frac{\left[ 2,1 \left( 10^{-4} \right) \left( 12-MO \right) M^{1,14} + 3,25 \left( EST - 2 \right) + 2,5 \left( PER - 3 \right) \right]}{100} \right\} 0,1317 \tag{6}$$

onde: **K** é o valor estimado para o fator K, em Mg h MJ<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>; **M** é a soma dos teores de silte (%) e areia muito fina (%) multiplicada por 100 menos o teor de argila (%), sendo a análise granulométrica feita com uso de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> como dispersante; **MO** é o teor de matéria orgânica (%); **EST** e **PER** são códigos, adimensionais, correspondentes à estrutura e permeabilidade do solo, respectivamente, conforme descrição em Wischmeier et al. (1971). O fator 0,1317 na equação refere-se à conversão da unidade original do fator K para o sistema métrico internacional, de acordo com Foster et al. (1981).

As classes de estrutura e permeabilidade foram codificadas de acordo com Wischmeier et al. (1971), com base na descrição geral dos perfis dos solos e na descrição

morfológica do horizonte A. A estrutura foi codificada em: *a*) muito pequena granular = 1; *b*) pequena granular = 2; *c*) média a grande granular = 3; *d*) blocos, laminar ou maciça = 4. A permeabilidade foi codificada em: *a*) rápida = 1; *b*) moderada a rápida = 2; *c*) moderada = 3; *d*) moderada a lenta = 4 e *e* )lenta = 5.

#### 3.5.3 Fatores L e S

Em todas as transeções de estudo, os valores de comprimento de rampa e declive foram tomados no campo por meio de clinômetro e trena. Esses valores foram usados nas estimativas dos fatores Le S, por meio do modelo propostos por Foster e Wischmeier (1974) e Wischmeier e Smith (1978) através da equação 7.

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22,13}\right)^m \ (0,00654 \, s^2 + 0,0456 \, s + 0,065) \tag{7}$$

onde: o valor 22,13 refere-se ao comprimento da parcela padrão (m);  $\lambda$  = corresponde ao comprimento da vertente (m);  $\mathbf{s}$  = a declividade da vertente em porcentagem;  $\mathbf{m}$  = 0,5 se a declividade é igual ou superior a 5%; 0,4 se a declividade é de 3,5 a 4,5%; 0,3 se a declividade é de 1 a 3% e 0,2 em vertente com menos de 1% de declividade.

#### **3.5.4 Fator C**

O fator C expressa o efeito combinado da proteção oferecida pela cobertura vegetal e os diferentes sistemas de manejo. Os valores do fator C usados nos cálculos das taxas de erosão nas transeções de estudo foram obtidos a partir da literatura. Para a cultura de soja, os valores foram extraídos do trabalho de Bertol et al. (2001). Para a cultura do algodão, os valores foram extraídos do trabalho de Fernández-Velásquez (1996). Para pastagens, naturais ou plantadas, o fator C foi extraído do trabalho de Menk (1993).

### 3.5.5 Fator P

Os valores do fator P usados nos cálculos das taxas de erosão nas transeções de estudo foram inferidos com base no tipo de práticas conservacionistas adotadas de acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990).

# 3.6 Análises de <sup>137</sup>Cs

As amostras de solo coletadas nos locais de referência, nas transeções de estudo e nas trincheiras foram levadas ao Laboratório de Física do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP). Antes da realização das análises de <sup>137</sup>Cs, as amostras de solo foram secas ao ar, peneiradas em peneira de malha 2 mm (TFSA) e homogeneizadas.

# 3.6.1 Sistema de detecção da atividade do <sup>137</sup>Cs

Uma fração representativa de 1,5 Kg de solo foi colocada em Béqueres Marinelli para a determinação da atividade do <sup>137</sup>Cs. Foi utilizado um detector Coaxial HPGE (GEM-20180P, Pop Top) com eficiência de detecção de 0,7% para a geometria adotada. Devido as baixas atividades de <sup>137</sup>Cs para os solos do hemisfério sul e a pequena eficiência de detecção, o tempo de contagem para cada amostra variou de 24 a 48 horas.O sistema de detecção disponível no Laboratório de Física do Solo do CENA/USP tem a seguinte configuração:

- Modelo do detector: GEM-20180-P

- Configuração do cristal: Pop Top

- Diâmetro do cristal: 53mm

- Comprimento do cristal: 58,7mm

- Fonte de alimentação: NIM Bin Power Supply: Modelo 4002D

- Fonte de alta voltagem: Detector Bias Supply 5kv: Modelo 659

- Amplificador : Modelo 672

- Placa multicanal para microcomputador - MCA plug in card: modelo 1916 A - 8K

- Software MAESTRO para Windows - analisador de espectros

- Microcomputador IBM PC

- Béqueres Marinelli de 1 litro

A calibração do sistema detector foi realizada com amostras de solo padrão de atividades conhecidas, obtidas junto à Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) de Viena, Áustria. A eficiência do sistema de detecção é dada pela equação 8:

$$ef = \frac{100.C}{m.A_s.f} \tag{8}$$

onde:  $\mathbf{C}$  = taxa de contagem (contagens por segundo, cps) para a amostra padrão;  $\mathbf{m}$  = massa de solo (kg) no béquer Marinelli;  $\mathbf{A_s}$  = atividade conhecida da amostra padrão (Bq kg<sup>-1</sup>);  $\mathbf{f}$  = % de emissão de raios gama de 661.6 keV para  $^{137}$ Cs (84,6%).

Como a eficiência da detecção é alterada pela densidade do solo no béquer Marinelli, é necessário estabelecer a relação entre a densidade da amostra e a eficiência do sistema. Para isso são utilizadas amostras padrão compactadas a diferentes densidades. De acordo com Guimarães (1988) esta é uma relação linear do tipo: ef  $*(\%) = a + b.d_b$  onde:  $\mathbf{d_b}$  é a densidade global da amostra no béquer Marinelli. Em estudos anteriores desenvolvidos pelo laboratório de Física do Solo do CENA a eficiência do detector utilizado foi estimada da ordem de 0,7% para a geometria em uso (frascos Marinelli de 1 litro). Depois de realizada a calibração do aparelho, a atividade das amostras obtidas no campo é dada pela equação 9:

$$A = \frac{100.C}{ef^*.f} \tag{9}$$

onde: **A** = atividade da amostra (Bq); **C** = taxa de contagem (cps) para a amostra; **ef\*** = eficiência de detecção corrigida para a densidade da amostra.

A atividade *A* da amostra pode ser expressa em termos de atividade por massa de solo (Bq kg<sup>-1</sup>) ou em termos de atividade por unidade de área (Bq m<sup>-2</sup>). Neste caso, a massa **m** de solo (kg) corresponde à equação 10 a seguir:

$$m = \frac{a.h.d_b^*}{1000} \tag{10}$$

onde:  $\mathbf{a}$  = área da amostra (cm<sup>2</sup>);  $\mathbf{h}$  = profundidade da amostra (cm);  $\mathbf{d_b}$ \* = densidade do solo no campo (g cm<sup>-3</sup>).

Depois de determinar a atividade das amostras de solo obtidas no campo e a atividade das amostras extraídas das áreas de referência, estimam-se os pontos de perda ou acúmulo de sedimentos em cada área, utilizando-se o modelo proporcional já descrito no item 3.4.

# 3.6.2 Incertezas experimentais associadas à atividade do <sup>137</sup>Cs

Diversos fatores podem ser levados em conta na avaliação das incertezas associadas às medições da atividade de <sup>137</sup>Cs das amostras. Dentre eles os mais importantes são: erros de pesagem das amostras a serem analisadas, erros na estimativa da umidade das amostras, erros na avaliação da eficiência de detecção e de sua correção para densidade, erros decorrentes do posicionamento da amostra no sistema detector e erros de contagem. No caso de amostras de baixa atividade, como é o caso dos solos do hemisfério sul, a principal fonte de erro analítico diz respeito à estatística de contagem e principalmente ao erro de integração dos picos do <sup>137</sup>Cs nos espectros obtidos.

Em estudos anteriores, utilizando-se o mesmo equipamento disponível no CENA, e para amostras tomadas em áreas de referência analisadas com tempos de contagem de 12 horas, o estoque de <sup>137</sup>Cs nos perfis analisados foi da ordem de 420 Bq m<sup>-2</sup>. Nessas condições, analisando-se os espectros de cada sub-amostra (camadas de 5 cm) verificou-se uma contagem de radiação de fundo ("background") no pico do <sup>137</sup>Cs que nos leva a uma estimativa do limite de detecção da ordem de 0,2 Bq kg<sup>-1</sup> ou 14 Bq m<sup>-2</sup> para as dimensões da amostra utilizada. Com relação à incerteza na integração do pico do <sup>137</sup>Cs, o valor estimado nas mesmas amostras foi da ordem de 0,053 Bq kg<sup>-1</sup> utilizando-se a equação 11 a seguir:

$$U = \frac{u_a}{a}.A\tag{11}$$

onde:  $u_a$  é o erro de integração do pico (57 contagens), a é contagem líquida na região do pico (1482 contagens) e A é a atividade da amostra (1,38 Bq kg<sup>-1</sup>). Nesse caso a incerteza representa cerca de 4% da atividade das amostras.

# 3.7 Análises químicas do solo

Para determinar o teor de nutrientes extraíveis dos solos estudados (P, K, Ca e Mg) coletaram-se amostras compostas na profundidade de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, usando um trado holandês em pontos próximos aos utilizados na amostragem do <sup>137</sup>Cs. As coletas foram realizadas durante o final do período chuvoso e início do seco.

A caracterização química das amostras de solo foi feita no Laboratório de Química do solo pertencente à Universidade Federal de Goiás conforme metodologia proposta

pela EMBRAPA (1997). Foram determinados: pH em CaCl<sub>2</sub>; a matéria orgânica do solo pela oxidação da matéria orgânica por ácido crômico e ácido sulfúrico segundo Walkley e Black (1934); P e K extraídos pelo método Mehlich-I e analisado por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; Ca, Mg extraídos com KCl 1N e analisados por absorção atômica; a saturação por bases (V) foi determinada pela relação entre a soma dos valores de cátions básicos trocáveis e a soma dos cátions totais.

#### 3.8 Análises físicas do solo

Para determinar os atributos físicos do solo coletaram-se amostras indeformadas de solo com anéis volumétricos de 98 cm³, sendo em seguida acondicionadas com filme plástico e papel alumínio e armazenadas em geladeira para a preservação de suas características, antes de se iniciar a determinação da porosidade e da densidade do solo. Essas amostras foram coletadas ao longo das transeções e nos horizontes descritos na análise morfológica dos perfis de solo. Para a determinação da textura e umidade do solo foram coletadas amostras de solo deformadas com auxilio de um trado holandês. As análises físicas do solo foram realizadas no Laboratório de Física do solo pertencente ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura seguindo a metodologia da EMBRAPA (1997).

A descrição morfológica dos perfis de solo nas áreas de SPC e SPD foi realizada por Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos (SANTOS 2007) e a descrição morfológica dos perfis de solo na área de pastagem realizadas por Huberto José Kliemann e Carloeme Alves de Oliveira (OLIVEIRA 2009).

### 3.8.1 Análise Granulométrica

# 3.8.1.1 Textura com dispersão química

Para a determinação das frações granulométricas das amostras de solo foi utilizado o método do densímetro de Bouyoucos conforme descrito em Kiehl (1979) com o uso de NaOH como dispersante químico. As areias foram separadas por tamisação manual, nas frações areia muito grossa (AMG: fração entre 2,00 e 1,00 mm); areia grossa (AG: fração entre 1,00 e 0,50 mm); areia média (AM: fração entre 0,50 e 0,25 mm); areia fina (AF: fração entre 0,25 e 0,105 mm); e areia muito fina (AMF: fração entre 0,105 e 0,053 mm).

### 3.8.1.2 Argila dispersa em água

Foi utilizado o mesmo método descrito em 3.8.1.1, porém sem dispersante.

### 3.8.2 Umidade gravimétrica

A determinação da umidade do solo foi feita com base em peso ou umidade gravimétrica, expressa pela relação entre a massa de água (Ma) e a massa do solo seco (Ms), de acordo com a equação 12:

$$U = \left(\frac{Ma}{Ms}\right).100\tag{12}$$

#### 3.8.3 Densidade do solo

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel de volume conhecido (BLAKE, 1965), que consiste na relação entre a massa de solo (Ms) e volume total do solo (V), depois de seco em estufa a 105°C até peso constante, conforme a equação 13:

$$D = \left(\frac{Ms}{V}\right) \tag{13}$$

### 3.8.4 Densidade de partículas

A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico (50 mL), segundo Blake e Hartge (1986). Determinou-se o volume dos sólidos, subtraindo o volume de álcool gasto (L). A densidade de partículas foi calculada pela equação 14 a seguir:

$$Dp = \frac{20}{(50 - L)}. (14)$$

### 3.8.5 Volume Total de Poros (VTP)

Com os valores obtidos de densidade do solo (Ds) e densidade de partículas (Dp), calculou-se o volume total de poros através da equação 15 segundo Vomocil (1965).

$$VTP = \left(1 - \left(\frac{Ds}{Dp}\right)\right).100\tag{15}$$

#### 3.8.6 Macroporosidade e Microporosidade

Para a determinação da microporosidade foi utilizada a mesa de tensão, segundo Grohmann (1960). As amostras foram previamente saturadas com água destilada e submetidas à tensão de 60 cm de altura de coluna de água, para separar a porosidade capilar (microporosidade) e não capilar (macroporosidade). A porcentagem da água retida nas amostras após equilíbrio expresso em volume corresponde a microporosidade do solo, enquanto que a macroporosidade foi obtida pela diferença entre a porosidade total e microporosidade.

## 3.8.7 Estabilidade de agregados via úmida

Coletaram-se amostras indeformadas (em blocos de 10x10x10 cm) para determinar a estabilidade de agregados por peneiramento úmido. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas com as mãos quebrando-se os agregados maiores e passadas num conjunto de duas peneiras, uma com abertura de malha de 4 mm e outra com abertura de 2 mm, os agregados que ficaram retidos na peneira de 2 mm foram homogeneizados e retiradas três amostras de 50 gramas cada. Uma das amostras foi usada para fazer a correção da umidade do solo, as outras duas foram colocadas na parte superior de um conjunto de peneiras com as seguintes aberturas de malha: 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; e 0,10 mm e colocadas dentro do aparelho de Yoder e imersas em água segundo Yoder (1936), o nível de água dentro do aparelho foi ajustado de modo que os agregados contidos na peneira superior fossem umedecidos por capilaridade. O aparelho de Yoder foi ligado por 4 minutos a uma freqüência de 32 oscilações por minuto. Depois de decorrido o tempo de agitação, a fração de solo contida em cada peneira foi transferida para latas de alumínio para a determinação do seu peso seco. As determinações do diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) foram realizadas pelas equações 16 e 17:

$$DMG = 10^{X}, \text{ sendo } x = \exp\left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} R_{i} \log D_{i}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} R_{i}\right)}\right]$$
(16)

$$DMP = \sum_{i=1}^{5} \left( D_i R_i \right) \tag{17}$$

onde:  $\mathbf{R_i}$  é a % dos agregados retidos em uma determinada peneira;  $\mathbf{D_i}$  é o diâmetro médio de uma determinada faixa de tamanho do agregado em mm.

# 3.8.8 Resistência à penetração mecânica

A resistência do solo à penetração (RP) foi obtida por meio de penetrômetro vertical de impacto, modelo IAA/Planalçucar (STOLF et al., 1983), de ponta fina, na profundidade de 0 a 60 cm, com duas repetições em cada ponto das transeções. O princípio da utilização do penetrômetro é baseado na resistência do solo à penetração de uma haste, após a aplicação do impacto de um bloco de ferro (1 kg), com queda livre de 40 cm. Quando o aparelho atinge zonas compactadas, o número de impactos necessários para a penetração da haste para atingir uma mesma profundidade torna-se maior. Após a tabulação dos dados constrói-se um gráfico, relacionando o "número de impactos dm-1" com a profundidade analisada (STOLF, 1987).

Os resultados expressos em "impactos dm<sup>-1</sup>" devem ser transformados em unidades do Sistema Internacional, isto é, em kgf cm<sup>-1</sup> e posteriormente em mega pascal (MPa). Para efetuar essa transformação é utilizada a equação 18:

$$R = \frac{(M+m).g}{A} + \frac{f.M.g.h}{10A}.N$$
(18)

onde: **R** é a resistência do solo a penetração em kgf cm<sup>-2</sup>; **M**, a massa de impacto (4 kg, modelo comercial); **m**, a massa do corpo do penetrômetro (3,2 kg); **g**, a aceleração da gravidade; **f**, a fração de energia restante para promover a penetração [M/(M+m)]; **h**, a altura de queda da massa de impacto (40 cm); **N**, o número de impactos por decímetro; **A**, a área da base do cone de penetração de ponta fina (1,28 cm<sup>2</sup>).

A equação 18 pode ser resumida na equação 19:

$$R (kgf cm^{-2}) = 5.6 + 6.89 N$$
 (19)

O fator de transformação da unidade kgf cm $^{-2}$  em MPa é: R (MPa) = 0,0980665 x kgf cm $^{-2}$ .

# 3.9 Análises estatísticas

Os resultados das análises foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para a comparação de médias pelo programa SAS (Statistical Analysis System – SAS 2000) (FREUND; LITTLE, 1981).

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

# 4.1 Distribuição das atividades de <sup>137</sup>Cs nas áreas de referência

# 4.1.1 Na região de Goiatuba

Na Figura 6 são apresentados os valores dos inventários de <sup>137</sup>Cs expressos em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> tomados nos três pontos amostrados no local de referência localizado em Goiatuba, GO.

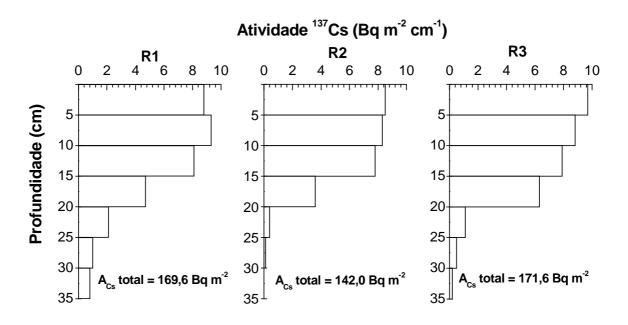


Figura 6 – Inventários de <sup>137</sup>Cs expressos em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> dos três pontos amostrados na área de referência localizada em Goiatuba, GO

De acordo com os resultados das atividades de <sup>137</sup>Cs das amostras de solo tomadas na área de referência em Goiatuba (Figura 6), verifica-se uma tendência de decréscimo de sua atividade com o aumento da profundidade, sendo que, nestes pontos (R1, R2 e R3), os primeiros 20 centímetros concentraram respectivamente 91%, 98% e 95% da atividade total de <sup>137</sup>Cs nos perfis. Correchel (2003), em estudo realizado em quatro diferentes áreas de referência localizadas nos municípios de Piracicaba, Nova Odessa, Anhembi e Campinas, observou comportamento semelhante classificando essas áreas como bons locais de referência por apresentarem a maior atividade de <sup>137</sup>Cs nos primeiros 20 cm do solo e a atividade de

<sup>137</sup>Cs encontrar-se distribuída de maneira exponencial em profundidade típica de áreas não perturbadas. Neste mesmo estudo a autora encontrou valores médios de inventários de <sup>137</sup>Cs que variaram de 259 a 393 Bq m<sup>-2</sup>. No presente estudo, os valores totais dos inventários de <sup>137</sup>Cs encontrados, 169,6; 142,0 e 171,6 (média = 161,07 Bq m<sup>-2</sup>) nos pontos amostrados no local de referência são bem menores em relação aos valores encontrados para solos do Brasil (GUIMARÃES, 1998; BACCHI, 2000; ANDRELLO et al., 2003; CORRECHEL, 2003; ANDRELLO; APPOLONI, 2004).

Considerando que a área não é totalmente plana o valor do inventário de referência obtido neste estudo pode não refletir o valor real de <sup>137</sup>Cs adicionado ao solo em condições locais, podendo ter ocorrido perda de solo na área de referência o que levaria a obtenção de resultados subestimados de perda de solo e superestimados de deposição de sedimentos nos cálculos efetuados a partir desse valor de referência. Por outro lado, os baixos valores de <sup>137</sup>Cs encontrados nesse estudo podem estar relacionados com a variabilidade espacial do "fallout" do <sup>137</sup>Cs no hemisfério sul. Hadl et al. (2008) estudando o acumulo de <sup>137</sup>Cs para diferentes regiões brasileiras as quais se estenderam desde a latitude 30 S situada na costa do oceano atlântico até a região amazônica na latitude 2 N, encontraram densidades de deposição médias de <sup>137</sup>Cs no valor de 219 Bq m<sup>-2</sup> em pontos amostrados ao longo da linha do Equador, na região amazônica os autores encontraram valores extremamente baixos de até 1,3 Bq m<sup>-2</sup> sendo os mais altos valores de <sup>137</sup>Cs localizados entre as latitudes 20 S e 34 S variando de 140 a 1620 Bq m<sup>-2</sup> respectivamente.

Correchel et al. (2005) estudando a variabilidade espacial randômica (dentro de cada local de referência) e sistemática (entre áreas de referência) do <sup>137</sup>Cs no solo, para quatro áreas de referência situadas na região sudeste do Brasil, mostraram que a variabilidade espacial randômica foi maior que a sistemática, porém não explicou as causas disso concluindo que a área de referência deve estar localizada o mais próximo possível das áreas de estudo para uma boa confiabilidade nos valores de <sup>137</sup>Cs encontrados nessas áreas.

# 4.1.2 Na região de Jandaia

Na Figura 7 são apresentados os valores dos inventários de <sup>137</sup>Cs expressos em Bq m<sup>-2</sup>cm<sup>-1</sup> tomados nos dois pontos amostrados no local de referência localizado em Jandaia, GO.

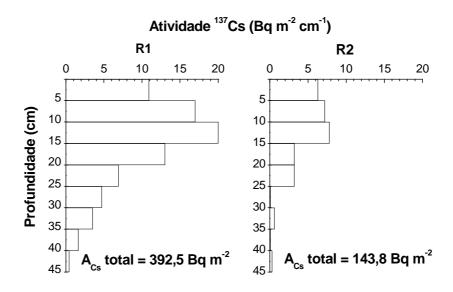


Figura 7 – Inventários de  $^{137}$ Cs expressos em Bq m $^{-2}$  cm $^{-1}$  nos dois pontos amostrados na área de referência localizada em Jandaia, GO

De acordo com os resultados das atividades de <sup>137</sup>Cs das amostras de solo tomadas na área de referência em Jandaia (Figura 7), os inventários de <sup>137</sup>Cs variaram de 392,5 a 143,8 Bq m² (média = 268,17 Bq m²). As distribuições de <sup>137</sup>Cs nos perfis de referência mostraram uma diminuição exponencial com o aumento da profundidade do solo a partir da camada de 10-15 cm na R1 enquanto que a R2 não seguiu um padrão uniforme de distribuição de <sup>137</sup>Cs ao longo do perfil. Essa distribuição não uniforme de <sup>137</sup>Cs na R2 pode estar relacionada com a redistribuição de solo dentro da área, tendo em vista que a área não era totalmente plana e haviam vestígios de carvão na superfície do solo indicando que a área pode ter sofrido desmatamento depois de 1963, quando ocorreu o pico do "fallout" do <sup>137</sup>Cs no hemisfério sul. No presente estudo, os dois inventários tomados como referência podem não ser representativos para a área. Sutherland (1996) recomenda que sejam tomados, no mínimo, 11 inventários em cada local de referência para uma boa estimativa do valor médio do inventário de referência.

Mesmo assim, os resultados obtidos com o uso dos valores de referência apresentados neste trabalho representam a tendência de perda e ganho de solo nas vertentes

estudadas. Para os cálculos de ganho e perda de solo nas transeções de estudo, foi utilizado o valor médio de 161,07 Bq m<sup>-2</sup> dos inventários obtidos na área de referência em Goiatuba e 268,17 Bq m<sup>-2</sup> para os inventários obtidos na área de referência em Jandaia.

# 4.2 Análise da atividade de <sup>137</sup>Cs nas transeções de estudo

### 4.2.1 Sistema de preparo convencional (SPC) em Goiatuba, GO

Os valores totais de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) obtidos por meio de tradagens na transeção estudada para a área de SPC, são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Valores totais de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) na transeção cultivada com algodão em SPC

	Lavoura	Mata			
Ponto	Atividade <sup>137</sup> Cs (Bq m <sup>-2</sup> )	Ponto	Atividade <sup>137</sup> Cs (Bq m <sup>-2</sup> )		
ATr204	92,5	MTr40	902,6		
ATr144	414,6	MTr30	803,3		
ATr104	504,2	MTr20	1085,7		
ATr84	277,1	MTr10	972,0		
ATr64	73,4	MTr4	455,7		
Média	272,4	Média	843,8		
DP	191,0	DP	240,1		
CV (%)	70,1	CV (%)	28,5		

Através da análise da Tabela 4, nota-se que os pontos amostrados na mata ciliar apresentaram maior atividade de <sup>137</sup>Cs em relação aos pontos localizados na lavoura. O inventário médio de <sup>137</sup>Cs na lavoura foi de 272,4 Bq m<sup>-2</sup> e a média dos inventários de <sup>137</sup>Cs na mata ciliar foi de 843,8 Bq m<sup>-2</sup>. Os pontos amostrados na lavoura apresentaram elevado valor de CV em relação à mata, na lavoura o CV foi de 70,1% enquanto que a mata ciliar apresentou um valor de CV de 28,5%, o que evidencia que a atividade de <sup>137</sup>Cs na lavoura não é uniforme, e pode estar ligada a redistribuição de <sup>137</sup>Cs dentro da área de lavoura e a mata pode estar recebendo <sup>137</sup>Cs proveniente da área de lavoura devido aos altos valores encontrados na mata.

Na Figura 8 são apresentados os resultados da atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup>) obtidos por meio de tradagens nas três profundidades amostradas (0-20, 20-40 e 40-60 cm), na transeção cultivada com algodão em SPC.

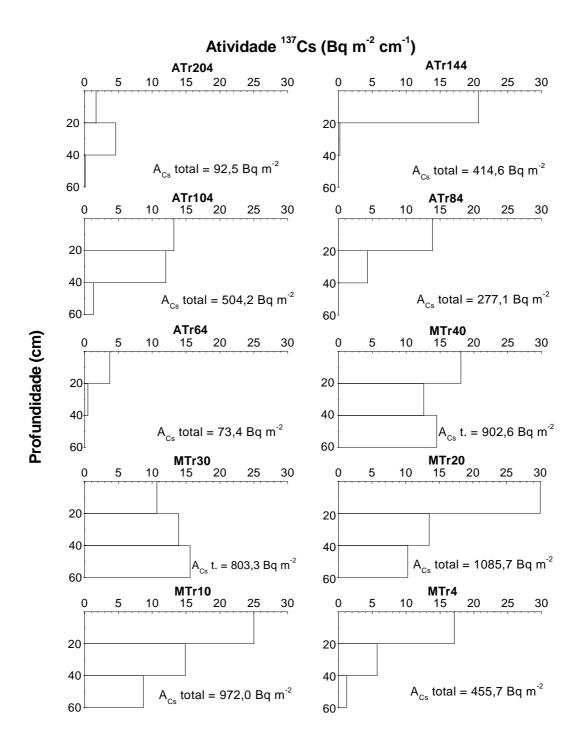


Figura 8 - Atividade de <sup>137</sup>Cs, em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> nos perfis de solo amostrados na transeção de SPC

Observando a distribuição da atividade de <sup>137</sup>Cs nas três profundidades amostradas (Figura 8) nos pontos amostrados na área de lavoura, com exceção do ponto ATr204 que apresentou a maior atividade de <sup>137</sup>Cs na camada de 20-40 cm e do ponto ATr104, onde a atividade de <sup>137</sup>Cs encontra-se distribuída nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, os demais pontos apresentaram a maior concentração de <sup>137</sup>Cs na primeira camada amostrada de

0-20 cm, sendo o ponto ATr104, o único que apresentou uma pequena atividade de <sup>137</sup>Cs na camada de 40-60 cm.

Nos pontos localizados dentro da mata ciliar (MTr40, MTr30, MTr20, MTr10 e MTr4), a atividade de <sup>137</sup>Cs se encontrou distribuída nas três camadas amostradas, sendo que, nos dois primeiros pontos (MTr40 e MTr30) a distribuição da atividade de <sup>137</sup>Cs tendeu a aumentar com o aumento da profundidade, sendo estes dois pontos os que apresentaram a maior atividade de <sup>137</sup>Cs na camada de 40-60 cm, já os pontos MTr20, MTr10 e MTr4 apresentaram decréscimo da atividade de <sup>137</sup>Cs com o aumento da profundidade seguindo o mesmo padrão encontrado nos pontos amostrados na área de referência, sendo o ponto MTr4, localizado a 4 metros do curso d'água, o que apresentou a menor atividade de <sup>137</sup>Cs no perfil dentre todos os pontos analisados dentro da área de mata ciliar.

## 4.2.2 Sistema de plantio direto (SPD) em Goiatuba, GO

Na Tabela 5, são apresentados os valores totais de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) obtidos por meio de tradagens na transeção estudada para a área de SPD.

Tabela 5 - Valores totais de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) na transeção cultivada com soja em SPD

	Lavoura	Mata			
Ponto	Atividade <sup>137</sup> Cs (Bq m <sup>-2</sup> )	Ponto	Atividade <sup>137</sup> Cs (Bq m <sup>-2</sup> )		
STr140	153,4	MTr21	575,5		
STr115	128,4	MTr14	738,6		
STr90	130,8	MTr4	791,7		
STr70	114,1				
STr50	276,1				
Média	160,5	Média	701,9		
DP	66,1	DP	112,7		
CV (%)	41,2	CV (%)	16,0		

Através da análise da Tabela 5, pode ser observado que a área de mata ciliar apresentou elevada atividade de <sup>137</sup>Cs em relação à área de lavoura cultivada com soja. A média dos inventários de <sup>137</sup>Cs dos pontos amostrados na área de lavoura foi de 160,5 Bq m<sup>-2</sup> enquanto que a média dos inventários de <sup>137</sup>Cs dos pontos amostrados na área de mata ciliar foi de 701,9 Bq m<sup>-2</sup>. Os pontos amostrados na lavoura apresentaram maior valor de CV em relação à mata, Na lavoura o CV foi de 41,2% enquanto que na mata ciliar o CV foi de 16%, o que evidencia que a variação da atividade de <sup>137</sup>Cs na lavoura é maior do que na mata. Essa maior variação de <sup>137</sup>Cs na lavoura pode estar ligada com a redistribuição de <sup>137</sup>Cs dentro da

área de lavoura e constata-se que existe o deslocamento de <sup>137</sup>Cs da lavoura para a mata devido a alta atividade de <sup>137</sup>Cs encontrada nos pontos amostrados dentro da mata.

Na Figura 9 são apresentados os resultados da atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup>) obtidos por meio de tradagens nas três profundidades amostradas (0-20, 20-40 e 40-60 cm), na transeção cultivada com soja em SPD.

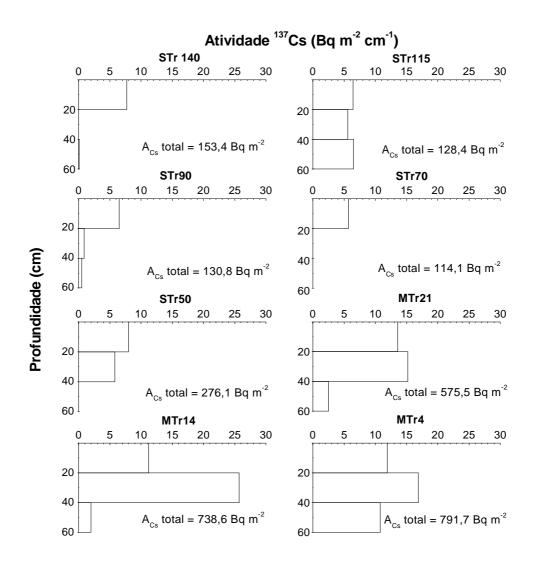


Figura 9 - Atividade de <sup>137</sup>Cs, em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> nos perfis de solo amostrados na transeção de SPD

Observando a distribuição da atividade de <sup>137</sup>Cs nas três profundidades amostradas nos pontos amostrados na lavoura (STr140, STr115, STr90, STr70 e STr50) (Figura 9), nota-se que todos os pontos apresentaram a maior concentração da atividade de <sup>137</sup>Cs concentrada na camada superficial do solo (0-20 cm), com exceção do STr115, que apresentou atividade de <sup>137</sup>Cs distribuída nas três camadas amostradas e STr50, em que a

atividade de <sup>137</sup>Cs ficou distribuída nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, sendo que nos pontos STr140 e STr70 não foi detectada atividade de <sup>137</sup>Cs abaixo de 20 cm de profundidade.

Nos três pontos localizados dentro da mata ciliar (MTr21, MTr14 e MTr4) (Figura 9), foi detectada atividade de <sup>137</sup>Cs nas três profundidades amostradas, sendo que, a camada de 20-40 cm foi a que apresentou a maior atividade de <sup>137</sup>Cs nos três pontos amostrados. O ponto que apresentou o maior valor de atividade de <sup>137</sup>Cs no perfil na camada 40-60 cm foi o MTr4, localizado a 4 metros da área alagada.

# 4.2.3 Pastagem em Jandaia, GO

Os valores totais de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) obtidos por meio de tradagens nas transeções 1 e 2 na área de pastagem são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores totais de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) nas transeções de pastagem T1 e T2

	T1	T2		
Ponto	Atividade <sup>137</sup>	Cs (Bq m <sup>-2</sup> )		
	Pastagem			
P135	172,1	343,1		
P115	209,5	418,5		
P95	222,6	352,4		
P75	334,8	754,3		
P55	175,6	204,3		
P35	151,6	478,0		
Média	211,0	425,1		
DP	65,9	185,5		
CV (%)	31,2	43,6		
	Ma	ata		
M20	252,6	306,2		
M10	226,2	162,1		
M5	109,8	190,6		
Média	196,2	219,6		
DP	76,0	76,3		
CV (%)	38,7	34,8		

Observando-se a Tabela 6, nota-se que os pontos localizados na área de pastagem apresentaram os maiores valores de atividade de <sup>137</sup>Cs em relação aos pontos localizados na mata ciliar, comportamento contrário foi observado para as áreas de SPC e SPD, em que a atividade de <sup>137</sup>Cs na mata foi maior do que na lavoura. Isso pode ser explicado pela pequena largura da mata ciliar nesta área e pela maior declividade em relação às áreas de SPC e SPD, fazendo com que os sedimentos atravessem a mata e alcancem o curso d'água com maior facilidade.

Na T1, o inventário médio de <sup>137</sup>Cs na área de pastagem foi de 211,0 Bq m<sup>-2</sup> e a média dos inventários de <sup>137</sup>Cs na mata ciliar foi de 196,2 Bq m<sup>-2</sup>. Os valores de CV apresentados na pastagem e na mata foram de 31,2 e 38,7%, respectivamente.

Na T2, nota-se que houve um aumento da atividade de <sup>137</sup>Cs na pastagem, a média dos inventários dos pontos amostrados na pastagem foi de 425,1 Bq m<sup>-2</sup>. A mata ciliar apresentou atividade de <sup>137</sup>Cs de 219,6 Bq m<sup>-2</sup> valor próximo ao encontrado na mata na T1. O CV foi de 43,6% na pastagem e 34,8% na mata ciliar.

Na Figura 10 são apresentados os valores dos inventários de <sup>137</sup>Cs em Bq m<sup>-2</sup> de acordo com a distribuição espacial dos pontos amostrados na T1 e T2.

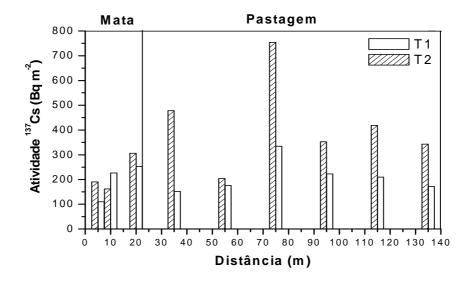


Figura 10 - Valores dos inventários de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) nos pontos amostrados, na área de pastagem e na mata ciliar na T1 e T2

Na Figura 10 observa-se dois pontos de grande atividade de <sup>137</sup>Cs na T2, um deles está localizado a 15 metros do início da mata e o outro a 55 metros, o mesmo não ocorre na T1, isso mostra que existe grande variabilidade espacial de <sup>137</sup>Cs dentro de uma mesma área, que provavelmente pode ter sido causada pela redistribuição do <sup>137</sup>Cs dentro da área estudada em virtude das diferenças de relevo e declividade. Walling e Quine (1993) recomendam que seja necessário fazer amostragens de solo em mais pontos dentro de uma área para se ter valores representativos de atividade de <sup>137</sup>Cs dentro da mesma área de estudo.

Na Figura 11 são apresentados os resultados de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup>) obtidos por meio de tradagens nas três profundidades amostradas (0-20, 20-40 e 40-60 cm), na T1.

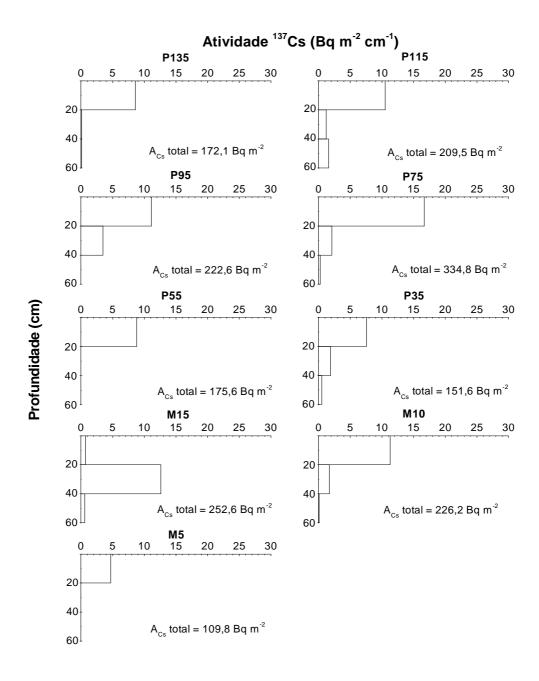


Figura 11 - Atividade de <sup>137</sup>Cs, em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> nos perfis de solo amostrados na área de pastagem na transeção 1 (T1)

Observando a distribuição da atividade de <sup>137</sup>Cs nas três profundidades amostradas (Figura 11) pode-se observar que os seis pontos amostrados na pastagem apresentaram a maior atividade de <sup>137</sup>Cs concentrada na camada de 0-20 cm. Os pontos P135 e P55 apresentaram atividade de <sup>137</sup>Cs concentrada apenas na camada 0-20 cm, o ponto P95, foi o único que apresentou atividade de <sup>137</sup>Cs concentrada nas camadas 0-20 e 20-40 cm.

Dentre os pontos localizados dentro da mata ciliar, a atividade de <sup>137</sup>Cs encontrouse concentrada na camada 20-40 cm no ponto M20, o ponto M10 apresentou a maior

atividade de <sup>137</sup>Cs na camada 0-20 cm, e uma pequena atividade de <sup>137</sup>Cs na camada 20-40 cm, o ponto M5, localizado a 5 metros do curso d água, foi o único que apresentou uma pequena atividade de <sup>137</sup>Cs na camada superficial do solo (0-20 cm).

Na Figura 12 são apresentados os resultados da atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup>) obtidos por meio de tradagens nas três profundidades amostradas (0-20, 20-40 e 40-60 cm), na T2.

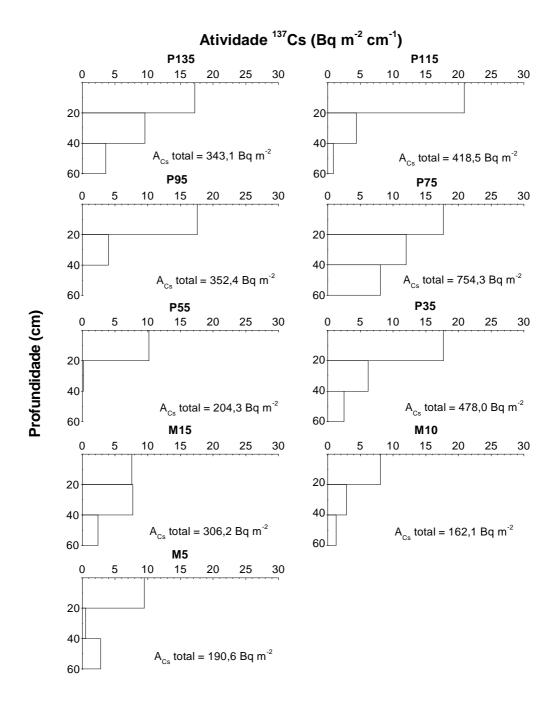


Figura 12 - Atividade de <sup>137</sup>Cs, em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> nos perfis de solo amostrados na área de pastagem na transeção2 (T2)

Observando a distribuição da atividade de <sup>137</sup>Cs nas três profundidades amostradas, pode-se observar que os seis pontos amostrados na pastagem (P135, P115, P95, P75, P55 e P35) (Figura 12) apresentaram a maior atividade de <sup>137</sup>Cs concentrada na camada de 0-20 cm. Os pontos P95 e P115 apresentaram atividade de <sup>137</sup>Cs distribuída nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, sendo o ponto P55 o único que apresentou atividade de <sup>137</sup>Cs concentrada apenas na camada 0-20 cm. Os pontos P135, P75 e P35 apresentaram suas atividades de <sup>137</sup>Cs distribuídas nas três camadas amostradas.

Nos pontos amostrados dentro da mata ciliar (M20, M10 e M5) (Figura 12), a atividade de <sup>137</sup>Cs encontrou-se concentrada na camada 0-20 cm nos pontos M10 e M5, o ponto M20 apresentou a atividade de <sup>137</sup>Cs distribuída de forma uniforme nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, com uma pequena atividade de <sup>137</sup>Cs na camada 40-60 cm.

### 4.3 Caracterização físico-química do solo nos pontos das transeções de estudo

# 4.3.1 Sistema de preparo convencional (SPC) em Goiatuba, GO

Os parâmetros físicos do solo estudado na área de SPC são apresentados na tabela 7. Nota-se que todos os parâmetros avaliados apresentaram coeficiente de variação (CV) baixo a médio, sendo o fósforo (P), o que apresentou o maior valor de CV de 59,7%. A maior permeabilidade do solo sob a mata está associada à melhor qualidade estrutural do solo, conforme mostram os índices de estabilidade dos agregados do solo. Outros indicadores da qualidade do solo sob mata são os altos teores de MO, e cátions básicos trocáveis do solo sob mata e lavoura. A melhor estruturação do solo e a adição de materiais orgânicos são refletidas também pelo menor valor de Dp do solo sob mata (Dp =  $2,43 \pm 0,08$  g cm<sup>-3</sup>), quando comparado a lavoura (Dp =  $2,76 \pm 0,08$  g cm<sup>-3</sup>).

Na classificação da EMBRAPA (1995), de acordo com os valores médios de textura encontrados, a classe textural do solo é argilosa. Nas frações argila e areia foram encontradas diferenças significativas entre a lavoura e a mata.

Na separação das areias percebe-se que as frações areia fina (AF) e areia muito fina (AMF) têm grande variação quando se compara a lavoura com a mata, sugerindo que as práticas de manejo empregado têm provocado essas alterações, concordando com Eguchi et al. (2002), que realizou trabalho semelhante. Guimarães (2000), ao contrário, afirma que a textura é pouco dependente do uso e manejo do solo, considerando este atributo como fixo e a variação é resultante dos processos pedogenéticos de formação do solo. No entanto,

comparando-se a área de lavoura com a mata, variações de até 80% na fração areia foram encontradas, o que pode ser atribuído ao deslocamento das frações mais finas de areia ao longo da transeção por meio da erosão, ficando retidas na mata ciliar, mostrando a sua eficiência na retenção de sedimentos.

Tabela 7 - Valores médios dos atributos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) para o Latossolo Vermelho distrófico cultivado com algodão em SPC e no remanescente florestal. Médias de 5 repetições na lavoura e 4 repetições na mata

Dranwindadag	Valores médios dos pontos coletados na transeção					CV (0/)
Propriedades	lavoura mata				total	– CV (%)
Argila (%)	$51 \pm 1,8$	a	$47 \pm 3,0$	b	49 ± 2,4	4,9
Silte (%)	$37 \pm 3,3$	a	$32 \pm 4,5$	a	$32 \pm 3.9$	11,4
Areia (%)	$11 \pm 3,6$	a	$21 \pm 6,4$	b	$21 \pm 5,0$	31,2
<b>AMG</b> (%)	$1,0 \pm 0,5$	a	$1,4 \pm 0,3$	a	$1,4 \pm 0,4$	36,1
AG (%)	$1,8 \pm 0,6$	a	$3,4 \pm 1,3$	b	$3,4 \pm 1,0$	36,9
AM (%)	$1,9 \pm 0,8$	a	$4,3 \pm 1,7$	b	$4,3 \pm 1,3$	40,3
AF (%)	$3,2 \pm 1,4$	a	$6,3 \pm 1,7$	b	$6,3 \pm 1,5$	34,3
<b>AMF</b> (%)	$3,5 \pm 1,5$	a	$5,0 \pm 1,6$	a	$5,0 \pm 1,6$	37,6
<b>Dp</b> ( <b>g cm</b> <sup>-3</sup> )	$2,76 \pm 0,08$	a	$2,43 \pm 0,08$	b	$2,60 \pm 0,08$	3,0
<b>Ds</b> ( <b>g cm</b> <sup>3</sup> )	$1,23 \pm 0,04$	a	$1,07 \pm 0,1$	b	$1,15 \pm 0,05$	4,3
$VTP (m^3 m^{-3})$	$0,56 \pm 0,02$	a	$0,56 \pm 0,05$	a	$0,56 \pm 0,02$	3,3
$MA (m^3 m^{-3})$	$0.05 \pm 0.03$	a	$0.08 \pm 0.02$	b	$0,07 \pm 0,01$	17,7
$MI (m^3 m^{-3})$	$0,50 \pm 0,02$	a	$0,48 \pm 0,04$	b	$0,49 \pm 0,01$	1,7
$\mathbf{U}\left(\mathbf{g}\;\mathbf{g}^{\mathbf{-1}}\right)$	$0,26 \pm 0,01$	a	$0,28 \pm 0,01$	b	$0,27 \pm 0,01$	2,8
DMG (mm)	$2,1 \pm 0,5$	a	$2,7 \pm 0,2$	b	$2,4 \pm 0,3$	14,2
DMP (mm)	$2,1 \pm 0,3$	a	$2,5 \pm 0,1$	b	$2,3 \pm 0,2$	8,1
Agreg (%)	$66,0 \pm 11,6$	a	$80,2 \pm 4,4$	b	$73,1 \pm 8,0$	11,5
RP (MPa)	$2,56 \pm 0,7$	a	$2,93 \pm 0,4$	b	$2,75 \pm 0,5$	19,1
pH (CaCl <sub>2</sub> )	$5,18 \pm 0,1$	a	$5,14 \pm 0,4$	a	$5,16 \pm 0,3$	4,9
$MO (g dm^{-3})$	$46,3 \pm 2,4$	a	$53,7 \pm 6,6$	a	$50,0 \pm 5,5$	10,6
P (mg dm <sup>-3</sup> )	$13,5 \pm 4,7$	a	$30,9 \pm 20,9$	a	$22,2 \pm 14,8$	59,7
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$5,2 \pm 0,6$	a	$3,9 \pm 1,8$	a	$4,5 \pm 1,2$	29,1
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$25,2 \pm 3,5$	a	$60,2 \pm 15,6$	b	$42,7 \pm 9,6$	19,9
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$10,5 \pm 2,0$	a	$18,0 \pm 3,5$	b	$14,3 \pm 2,8$	19,2
V (%)	$47,6 \pm 3,9$	a	$56,6 \pm 16,4$	a	$52,1 \pm 10,6$	19,7

Valores com letras iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina; Dp = Densidade de partículas; Ds = Densidade do solo; VTP = Volume total de poros; MA = Macroporosidade; MI = Microporosidade; U = Umidade gravimétrica; DMG = Diâmetro médio geométrico; DMP = Diâmetro médio ponderado;  $Agreg = Agregados \ge 2$  mm; RP = Resistência do solo à penetração; P = Potencial Hidrogeniônico; P = Potencia

Os valores de densidades de partículas do solo (Dp) de  $2,76 \pm 0,08$  na lavoura e  $2,43 \pm 0,08$  na mata apresentaram diferença significativa entre si, o que parcialmente é explicado pelo transporte de areia da lavoura para a mata ao longo da transeção. Apesar de sua significância em relação à lavoura e a mata, percebe-se que os valores médios encontrados estão próximos do valor clássico utilizado na literatura, de 2,65 g cm<sup>-3</sup>. Brady (1989) afirma

que a Dp depende da natureza do material mineral predominante, apresentando pouca ou nenhuma diferença para a mesma classe de solo.

Com relação ao volume total de poros (VTP) não se observou diferença significativa entre a lavoura e a mata.

Segundo Kiehl (1979), o solo ideal é aquele que contém 1/3 de macroporos e 2/3 de microporos, estabelecendo uma relação igual a 0,50. Os valores de macroporos (MA) de 0,05 na lavoura e de 0,08 m³ m⁻³ na mata encontram-se abaixo da faixa considerada ideal que é de 0,10 a 0,16 m³ m⁻³, segundo Baver et al. (1972) e Kiehl (1979) e também abaixo da faixa crítica (0,10 m³ m⁻³), esta considerada limitante ao desenvolvimento das plantas (TORMENA et al., 2004).

As diferenças nos valores de microporosidade (MI) e de macroporosidade (MA) nos entre a lavoura e a mata sugerem que, apesar de o SPC aumentar, no início, a macroporosidade, esse efeito seja apenas observado a curto prazo. Posteriormente ocorre o rearranjamento das partículas, que reduz a macroporosidade, provocando o deslocamento de sedimentos ao longo da transeção. Uma explicação adicional para a elevação da MA na mata em relação à lavoura é a presença de raízes perenes e profundas, relacionadas a diferentes extratos arbóreos.

Segundo Morais (2008), a formação de MA em sistema de plantio convencional foi evidenciada quando as amostragens do solo foram realizadas após o preparo do solo para o plantio do algodão. Entretanto, após o período chuvoso, houve redução na MA neste sistema. Vários autores têm relatado que em áreas que sofreram ação antrópica com alteração da estrutura original, ocorre redução da porosidade total do solo com conseqüências desfavoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas na camada superficial (VIEIRA, 1985; STONE; SILVEIRA, 2001). Isso indica que a macroporosidade está mais sujeita a mudanças impostas pelo manejo do que a microporosidade, fato constatado por Albuquerque, Sangol e Ender (2001) demonstrando que o aumento da densidade e a redução dos macroporos, provavelmente, devem-se à compactação causada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas utilizados no plantio da safra de verão, quando a umidade do solo é, geralmente elevada.

A densidade do solo (Ds) é uma propriedade física que possui uma relação direta com a textura do solo, com os teores de matéria orgânica e com a porosidade do solo. A relação da Ds com a porosidade do solo é inversamente proporcional, na medida em que diminui a Ds, a porosidade tende a aumentar, principalmente a macroporosidade. Os valores médios de Ds encontrados de  $1,23 \pm 0,04$  g cm<sup>-3</sup> na lavoura e de  $1,07 \pm 0,1$ g cm<sup>-3</sup> na mata,

apresentaram diferenças significativas, mostrando que o maior tráfego de máquinas sobre o solo no SPC induz a maior densidade do solo e, por extensão, maior compactação do solo (PIDGEON; SOANE, 1977; TORMENA et al., 2004).

Os valores de Ds encontrados estão abaixo dos valores restritivos para a infiltração de água e crescimento radicular das plantas relatado na literatura como sendo da ordem 1,25 g cm<sup>-3</sup> e 1,35 g cm<sup>-3</sup> em Latossolo Vermelho-Escuro muito argiloso (ALVARENGA et al., 1996) e 1,27 g cm<sup>-3</sup> para solos argilosos (MEDINA, 1985). O limite de 1,40 kg dm<sup>-3</sup> é aceito de modo geral para solos argilosos, sendo que os valores críticos aumentam com o decréscimo do teor de argila do solo (ARSHAD et al., 1996).

A umidade gravimétrica do solo (U) apresentou diferença significativa comparando-se a lavoura e a mata. O teor de umidade do solo no momento da coletas das amostras é essencial, pois a época de coleta (período seco ou chuvoso) poderá elevar a resistência do solo à penetração em até três vezes (MAGALHÃES et al., 2001).

Pela análise dos agregados (Tabela 7) constata-se que há diferenças na agregação do solo sob mata em relação à lavoura, como mostram os agregados maiores que 2 mm, diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) que são maiores na área da mata. Apesar de o valor baixo em relação à mata, os valores encontrados na lavoura nesse estudo são bem maiores que os valores médios encontrados por (MORAIS, 2008), que encontrou valores médios de DMP de 2,11mm, DMG de 1,77mm e agregados maiores que 2 mm de 62,4%, estudando algodão sob as mesmas condições; essa elevação pode estar associada ao elevado teor de matéria orgânica encontrada nesta área de estudo.

Pedrotti et al. (2003) salientam que quanto maior o conteúdo de matéria orgânica, maior o grau de agregação. Albuquerque et al. (2003) também encontraram maior estabilidade de agregados em sistemas de cultivos com preparo reduzido, com alto teor de argila e de matéria orgânica.

Quanto à resistência à penetração (RP), a análise estatística revelou que houve significância entre a lavoura e a mata. Neste estudo foram encontrados valores de  $2,56 \pm 0,7$  MPa no SPC e  $2,93 \pm 0,4$  MPa na mata, estando dentro da faixa moderada de acordo com Arshad et al. (1996). Segundo Nesmith (1987), o valor de 2,0 MPa para a RP é considerado limitante ao desenvolvimento radicular, pois acima desse valor ocorre o impedimento ao crescimento das raízes no solo. No entanto, para Arshad et al. (1996) os níveis críticos de RP variam com o tipo de solo e com a espécie cultivada, adotando valores de RP de 1,0 a 2,0 MPa como baixos, 2,0 a 4,0 MPa como moderados e de 4,0 a 8,0MPa como altos; e ainda, segundo Rosolem et al. (1999) a RP de 1,3 MPa reduz à metade o crescimento de raízes

seminais na cultura do milho e Pauletto et al. (1989) consideram a RP acima de 1,72 MPa como camadas compactadas.

Para Magalhães et al. (2001), que estudaram a RP em um Latossolo Vermelho distrófico em pastagem, a época da amostragem é essencial, pois na época da seca a resistência é cerca de três vezes superior àquela encontrada na época das chuvas. Por essa razão, para interpretação correta de dados de resistência à penetração é essencial que sejam referenciados com os teores de umidade no momento das determinações.

Quanto aos parâmetros químicos do solo, os valores de pH variaram de  $5,18 \pm 0,1$  na mata a  $5,14 \pm 0,4$  no SPC, caracterizando uma acidez média em comparação com a CFSG (1988). Em geral, os valores de pH não tiveram grandes variações quando se comparou os pontos na transeção. De acordo com Embrapa (2001) solos com pH inferior a 5,5 o algodoeiro sofre uma série de problemas nutricionais que limitam sua produtividade. Em pH ácidos, as plantas tendem a apresentar um desenvolvimento reduzido tanto das raízes quanto da parte aérea.

Os valores médios de Cálcio (Ca) de  $25.2 \pm 13.5$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, na lavoura estão abaixo da média segundo CFSG (1988), enquanto que na mata o valor de  $60.2 \pm 15.6$  mmolc dm<sup>-3</sup> é considerado alto segundo os mesmos autores, essas diferenças justificam a significância entre a lavoura e mata (Tabela 7). Os teores de Magnésio (Mg) de  $10.5 \pm 2.0$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na lavoura é considerado alto segundo CFSG (1988); enquanto que na mata o valor de  $18.0 \pm 3.5$  mmolc dm<sup>-3</sup> é considerado alto segundo o mesmo autor.

Ferreira et al. (2005) relatam que as maiores produtividades da cultura do algodão foram obtidas quando os teores de K do solo situaram-se entre 2,0 mmolc dm<sup>-3</sup> a 3,0 mmolc dm<sup>-3</sup>. Os valores de Potássio (K) encontrados tanto na lavoura quanto na mata são considerados elevados (CFSG, 1988); apresentado significância entre a lavoura e mata. (Tabela 7).

Alcântara et al. (2000) estudando em Latossolo Vermelho escuro distrófico, textura argilosa relataram que na camada até 10 cm pode ocorrer até duas vezes mais K que em profundidades acima de 20 cm. De forma semelhante Sidiras e Pavan (1985) relataram que os teores de K trocável no solo decrescem com a profundidade, independente do sistema de manejo, provavelmente devido à adubação de plantio sempre realizada na profundidade superficial do solo, havendo uma concentração deste nutriente na camada superficial do solo.

Segundo Ferreira e Carvalho (2005) altos teores de K no solo reduzem o Ca e Mg nas folhas e valores acima de 3,50 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> no solo ocorre queda na produtividade. Para os autores a produção tende a diminuir quando a relação (Ca + Mg)/K for superior a 33,

indicando que mesmo em solos com teores absolutos de K considerados adequados, pode haver resposta do algodoeiro à adubação potássica, se acontecer um desequilíbrio em relação ao Ca e Mg.

O maior coeficiente de variação das análises de solo foi obtido para o teor de P (59,7%). Esse fato demonstra a grande variação dos teores de nutrientes na área amostrada. O teor médio de P de  $13,5 \pm 4,7$  mg dm<sup>-3</sup> encontrado na lavoura e  $30,9 \pm 20,9$  mg dm<sup>-3</sup> obtido na mata são considerados altos em relação à Souza e Lobato (2004), apesar da baixa mobilidade do P no perfil do solo, constata-se que ha grande diferença entre a lavoura e a mata, que poderá ser causado pelo desprendimento de partículas ao longo da transeção, e com isso, o carreamento de nutrientes para a mata ciliar; com grandes chances de estes nutrientes alcançarem o leito do rio, caso a mata não os retenha.

O teor de matéria orgânica no solo (MO) variou de  $46.3 \pm 2.4$  g dm<sup>-3</sup> na lavoura e  $53.7 \pm 6.6$  g dm<sup>-3</sup> na mata, estes valores enquadram-se na faixa considerada média de acordo com Leandro (1998) e alta segundo Sousa e Lobato (2004). Constatou-se diferença significativa entre a lavoura e a mata (Tabela 7). Luchese et al. (2004) recomendam que sejam adotadas práticas de manejo que propiciem o aumento da MO no solo.

Os valores da saturação por bases (V), tanto na lavoura quanto na mata são considerados altos, segundo CFSG (1988), contudo pode-se verificar também, que a V recomendada para os solos de Cerrado deve-se situar entre 40 e 60 % (SOUZA; LOBATO, 2004), assim, os teores encontrados nesse estudo são considerados satisfatórios para o uso agrícola.

# 4.3.2 Sistema de plantio direto (SPD) em Goiatuba, GO

Na Tabela 8 são apresentados os dados obtidos para a área de SPD, a serem analisados. De acordo com os dados de textura apresentados (Tabela 8), a classe textural do solo é franco-argilo-arenosa segundo a classificação da EMBRAPA (1995). Não se perceberam variações acentuadas nas frações granulométricas do solo na lavoura e mata o que é confirmado pela análise estatística (Tabela 8). Porém nota-se que na mata os teores de areia são maiores do que na lavoura, essa diferença pode ser explicada pelo fracionamento das areias causado pelo carreamento das partículas do solo pela enxurrada até a mata, onde se percebe nitidamente grande presença de areia fina encontrada na área da mata.

Tabela 8 - Valores médios dos atributos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) para o Cambissolo Háplico Eutrófico cultivado com soja em SPD e no remanescente florestal. Médias de 5 repetições na lavoura e 3 repetições na mata

	Valores médios dos pontos coletados na transeção					CV (0/)
ropriedades	lavoura		mata		total	— CV (%)
Argila (%)	$54 \pm 3,6$	a	$47 \pm 6,2$	a	$51 \pm 4,9$	9,9
Silte (%)	$35 \pm 3,9$	a	$36 \pm 1,0$	a	$35 \pm 2,5$	7,0
Areia (%)	$11 \pm 3,9$	a	$17 \pm 5,6$	a	$14 \pm 5,2$	47,7
<b>AMG</b> (%)	$1,8 \pm 1,0$	a	$2,1 \pm 0,7$	a	$2,0 \pm 0,8$	43,1
<b>AG</b> (%)	$2,1 \pm 1,7$	a	$3,0 \pm 1,3$	a	$2,5 \pm 1,5$	63,6
AM (%)	$1,8 \pm 1,1$	a	$2,6 \pm 1,2$	a	$2,2 \pm 1,1$	53,2
<b>AF</b> (%)	$2,5 \pm 1,1$	a	$4,5 \pm 1,7$	a	$3,5 \pm 1,4$	40,5
<b>AMF</b> (%)	$2,9 \pm 2,2$	a	$4.8 \pm 1.7$	a	$3.8 \pm 1.6$	66,9
<b>Dp</b> (g cm <sup>-3</sup> )	$2,76 \pm 0,10$	a	$2,67 \pm 0,13$	a	$2,72 \pm 0,11$	4,1
Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	$1,19 \pm 0,1$	a	$1,01 \pm 0,06$	b	$1,10 \pm 0,08$	7,19
$VTP (m^3 m^{-3})$	$0,55 \pm 0,04$	a	$0,62 \pm 0,02$	b	$0,59 \pm 0,03$	5,29
$MA (m^3 m^{-3})$	$0,15 \pm 0,03$	a	$0.18 \pm 0.04$	b	$0.16 \pm 0.03$	18,91
$MI (m^3 m^{-3})$	$0,41 \pm 0,04$	a	$0,44 \pm 0,04$	a	$0,42 \pm 0,04$	8,99
$\mathbf{U}\left(\mathbf{g}\;\mathbf{g}^{-1}\right)$	$0,34 \pm 0,02$	a	$0.37 \pm 0.04$	a	$0.35 \pm 0.03$	8,5
DMG (mm)	$1,8 \pm 0,4$	a	$2,2 \pm 0,4$	b	$2,0 \pm 0,4$	19,3
DMP (mm)	$1,9 \pm 0,3$	a	$2,2 \pm 0,3$	b	$2,1 \pm 0,3$	13,2
Agreg (%)	$55,5 \pm 12,0$	a	$69,6 \pm 10,4$	b	$62,6 \pm 11,2$	18,3
RP (MPa)	$2,26 \pm 0,8$	a	$1,19 \pm 0,2$	b	$1,72 \pm 0,5$	28,1
pH (CaCl <sub>2</sub> )	$5,61 \pm 0,1$	a	$5,81 \pm 0,3$	a	$5,71 \pm 0,2$	3,9
<b>MO</b> (g dm <sup>-3</sup> )	$52,2 \pm 5,7$	a	$65,5 \pm 7,9$	b	$58,8 \pm 6,8$	11,6
<b>P</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	$35,9 \pm 6,9$	a	$31,7 \pm 4,6$	a	$33,8 \pm 5,8$	16,9
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$5,5 \pm 1,5$	a	$6,5 \pm 1,8$	a	$6,0 \pm 1,6$	27,1
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$55,7 \pm 6,6$	a	$83,2 \pm 13,8$	b	$69,5 \pm 10,2$	14,3
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$18,1 \pm 2,3$	a	$16,6 \pm 2,1$	a	$17,4 \pm 2,2$	12,8
V (%)	$68,9 \pm 4,2$	a	$77,5 \pm 6,9$	b	$73,2 \pm 5,6$	7,5

Valores com letras iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina; Dp = Densidade de partículas; Ds = Densidade do solo; VTP = Volume total de poros; MA = Macroporosidade; MI = Microporosidade; U = Umidade gravimétrica; DMG = Diâmetro médio geométrico; DMP = Diâmetro médio ponderado; Agreg = Agregados  $\geq$  2 mm; RP = Resistência do solo à penetração; pH = Potencial Hidrogeniônico; MO = Matéria orgânica; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; V = Saturação de base.

Em relação à densidade de partículas (Dp), não foi observada diferença significativa em relação às variáveis analisadas, o que está de acordo como Brady (1989), que relata que a Dp depende da natureza do material mineral predominante, apresentando pouca ou nenhuma diferença para a mesma classe de solo. O que chama a atenção são seus respectivos valores elevados ( $2.76 \pm 0.10 \text{ g cm}^{-3}$  na lavoura e  $2.67 \pm 0.13 \text{ g cm}^{-3}$  na mata), estando acima do valor clássico usado na literatura de Dp =  $2.65 \text{ g cm}^{-3}$ , utilizado em muitos trabalhos.

Observaram-se diferenças significativas no volume total de poros (VTP) entre a lavoura e a mata (Tabela 8). Apesar de a relação MA/MI não ser a ideal (Kiehl, 1979), os

valores de MA, tanto na lavoura quanto na mata, estão na faixa considerada ideal (BAVER et al., 1972; KIEHL, 1979).

Os valores da MA encontrados estão acima dos valores apresentados por Carvalho (2000), que verificou valor de 0,09 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no plantio direto para as profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Essa diferença pode ser justificada, em razão da média da MA nas profundidades, ter sido realizada ao longo da transeção, que se estende da lavoura até a mata.

Os microporos (MI) representam cerca de 70% da porosidade total dessa área estudada, o que nos leva a afirmar, que a mesma possui um bom armazenamento de água disponível para as plantas (RUIZ, 2003). No entanto, apesar de a pouca diferença entre os valores da MI entre a lavoura e a mata (Tabela 8), os mesmos possuem diferenças significativas.

Os valores de densidade do solo (Ds) encontrados de  $1,19 \pm 0,1~g~cm^{-3}$  na lavoura e de  $1,01 \pm 0,06~g~cm^{-3}$  na mata são considerados baixos, pois os valores restritivos para a infiltração de água e crescimento radicular das plantas relatado na literatura são da ordem de  $1,27~g~cm^{-3}$  para solos argilosos (MEDINA, 1985). O limite de  $1,40~g~cm^{-3}$  é aceito, de modo geral, para solos argilosos, sendo que os valores críticos aumentam com o decréscimo do teor de argila do solo (ARSHAD et al., 1996).

Para Oliveira et al. (2007) a Ds acima de 1,40 g cm<sup>-3</sup> é limitante ao melhor desenvolvimento das plantas. Oliveira et al. (2003) relatam que a diminuição da Ds e a melhoria da estrutura na camada superficial dos solos sob plantio direto com o passar dos anos pode ser atribuída, em parte, ao aumento de matéria orgânica no solo.

O aumento da densidade do solo em plantio direto foi observado por Stone e Silveira (1999), pode ser considerado como uma conseqüência natural da adoção do SPD, em especial nos solos com teores elevados de argila (CORRÊA, 1985). Essa tendência de aumento da densidade do solo, nos primeiros anos de plantio direto, deve-se ao arranjo natural que o solo tende a apresentar, quando deixa de sofrer manipulação mecânica.

Pela análise de estabilidade de agregados, pode-se notar que houve uma menor agregação na lavoura em relação à mata para os agregados na classe maiores que 2 mm, mostrando a significância entre lavoura e mata. Kemper e Chepil (1965) mostraram que não só a estabilidade dos agregados é importante, mas também sua distribuição por tamanho, pois isso determina sua suscetibilidade ao movimento pela água (erosão), bem como as dimensões do espaço poroso nos solos cultivados.

Eltz, Peixoto e Jaster (1989) observaram que o plantio direto proporcionou maior tamanho de agregados estáveis, quando comparado com o sistema convencional de preparo de

solo, possivelmente devido a não destruição mecânica dos agregados pelos implementos de preparo do solo, e à proteção que a palha oferece à superfície do solo.

O diâmetro médio geométrico (DMG) e o Diâmetro médio ponderado (DMP), também apresentaram diferença significativa entre a lavoura e a mata, apresentando valores respectivos de cerca de 24% e 16% maiores na mata em comparação com SPD.

Castro Filho, Muzilli e Padanoschi (1998), após quatorze anos de manejo de solo num solo classificado como Latossolo Roxo, concluíram que o SPD, pelo acúmulo de resíduos vegetais na superfície, melhorou o estado de agregação, sobretudo na camada 0-10 cm, onde os valores de diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados foram significativamente superiores no SPD em relação ao SPC.

Quanto a resistência à penetração (RP), foram encontrados valores de RP de 2,26  $\pm$  0,8 MPa na lavoura e 1,19  $\pm$  0,2MPa na mata, mostrando uma diferença de mais de 60% entre ambos; nota-se também, que a RP na mata está dentro da faixa considerada ideal (TORMENA; ROLOFF, 1996) e que para a lavoura a resistência encontrada poderá ser restritiva para muitas culturas. Segundo Rosolem et al. (1999) a RP de 1,3 MPa reduzem à metade o crescimento de raízes seminais na cultura do milho. Essa RP, segundo Arshad et al. (1996), está dentro da faixa moderada, o que exigirá maior atenção para as demais práticas a serem aplicadas. Também, devido a essas grandes variações, foi encontrada significância entre lavoura e mata.

Stolf et al. (1983) relatam que valores de resistência à penetração na ordem de 5,0 MPa são admitidos em plantio direto, pois as raízes crescem por canais contínuos deixados pela fauna do solo e pelo sistema radicular decomposto. Neste sentido, é de suma importância o monitoramento periódico das áreas de plantio direto para constatação de aumentos na resistência à penetração que possam impedir o desenvolvimento radicular das culturas.

Quanto aos parâmetros químicos do solo, os valores de pH variaram de  $5,61 \pm 0,1$  na lavoura a  $5,81 \pm 0,3$  na mata, caracterizando uma acidez boa em comparação com a CFSG (1988). Em geral, os valores de pH não apresentaram grandes variações quando comparado a lavoura com a mata, o que é observado pela análise estatística que não apresentou diferenças significativas entre a lavoura e a mata.

Os valores médios de cálcio (Ca) de 55,7 ± 6,6 mmolc dm<sup>-3</sup> na lavoura e 83,2 ± 13,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na mata apresentados são considerados elevados, segundo CFSEMG (1999), também foi observada uma elevação de cerca de 50% no teor de Ca da mata para a lavoura, o elevado teor de Ca encontra-se principalmente nas camadas de 0-5 cm do solo, justificando a significância encontrada entre lavoura e mata (Tabela 8).

Os teores de magnésio (Mg) de  $18,1 \pm 2,3$  mmolc dm<sup>-3</sup> no SPD e de  $16,6 \pm 2,1$  mmolc dm<sup>-3</sup> na mata foram considerados elevados (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988), porém, sem variação significativa entre a lavoura e a mata. Sá (1993) observou acúmulo superficial de Ca e Mg no solo no SPD por causa da aplicação de calcário na superfície e o não revolvimento do solo.

Os teores de Potássio (K) de  $5.5 \pm 1.5$  mmolc dm<sup>-3</sup> no SPD e de  $6.5 \pm 1.8$  mmolc dm<sup>-3</sup> na mata são considerados elevados (MALAVOLTA, 1987). A lavoura e a mata não apresentaram diferenças significativas, encontraram-se grandes variações entre as profundidades analisadas devido à alta concentração de K na camada de 0-5 cm, e também às grandes variações entre as mesmas. Alcântara et al. (2000), estudando um Latossolo Vermelho escuro distrófico de textura argilosa, relataram que na camada até 10 cm pode ocorrer até duas vezes mais K que em profundidades acima de 20 cm. De forma semelhante Sidiras e Pavan (1985) relataram que os teores de K trocável no solo decrescem com a profundidade, independente do sistema de manejo, provavelmente devido à aplicação superficial do fertilizante, resultando na concentração localizada desse nutriente.

Os teores médios de fósforo (P) de 35,9 ± 6,9 mg dm<sup>-3</sup> encontrados na lavoura e de 31,7 ± 4,6 mg dm<sup>-3</sup> na mata também foram considerados elevados (MALAVOLTA, 1987; CFSEMG, 1999). Não foram constatadas diferenças significativas entre a lavoura e a mata. Em áreas com até 15 anos sob SPD, observou-se que a camada de 0-10 cm continha elevada concentração de P e cerca de 88% do total do P disponível foi observado na camada de 0 a 30 cm do solo (SÁ, 1999). Segundo Eltz, Peixoto e Jaster (1989) este decréscimo no teor de P em profundidade é devido ao não revolvimento do solo no sistema de plantio direto e a sua baixa mobilidade ao longo do perfil, concordando com Silva et al. (2002), que estudou P sob o sistema de plantio direto.

O teor de matéria orgânica no solo (MO) variou de  $52.2 \pm 5.7$  g dm<sup>-3</sup> no SPD e  $65.50 \pm 7.9$  g dm<sup>-3</sup> na mata, estes valores são considerados altos (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988). Para a maioria das culturas se desenvolverem no sistema plantio direto sem problemas de fertilidade do solo, é necessário que o perfil mais intensamente explorado pelas raízes contenha mais de 20 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica (BALBINO et al., 1996). Notou-se também que o teor de MO na mata é cerca de 25% maior em relação a lavoura, justificando a significância entre lavoura e mata (Tabela 8).

Os valores de saturação por bases (V%) tanto na lavoura quanto na mata são considerados altos, segundo CFSEMG (1999) e CFSG (1988). Contudo, o valor de V na área

da mata é aproximadamente 13% maior em comparação com a lavoura. O alto valor de V é devido ao elevado valor dos cátions básicos encontrados na área de estudo.

### 4.3.3 Pastagem em Jandaia, GO

# 4.3.3.1 Transeção 1 (T1)

Na Tabela 9 são apresentados os dados obtidos para a área de pastagem na transeção 1 (T1).

Tabela 9 - Valores médios dos atributos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) para o Cambissolo Háplico Eutrófico ocupado com pastagem de braquiária e no remanescente florestal. Médias de 6 repetições no pasto e 3 repetições na mata na T1

	Valores médios dos pontos coletados na transeção					CV (0/)
Propriedades	pastagem		mata		total	– CV (%)
Argila (%)	$30 \pm 3,4$	a	$31 \pm 2,3$	a	$31 \pm 2.8$	9,3
Silte (%)	$14 \pm 1,9$	a	$16 \pm 2,1$	a	$15 \pm 2,0$	13,3
Areia (%)	$56 \pm 4,5$	a	$52 \pm 4,0$	a	$54 \pm 4,3$	7,9
<b>AMG</b> (%)	$1,9 \pm 0,8$	a	$1,4 \pm 0,1$	a	$1,6 \pm 0,4$	23,3
AG (%)	$2,4 \pm 1,0$	a	$2,1 \pm 0,7$	a	$2,3 \pm 0,9$	37,8
AM (%)	$4,3 \pm 1,3$	a	$4,0 \pm 1,8$	a	$4,2 \pm 1,6$	38,0
<b>AF</b> (%)	$30,6 \pm 3,7$	a	$26,9 \pm 3,6$	a	$28,7 \pm 3,6$	12,6
<b>AMF</b> (%)	$17,0 \pm 3,3$	a	$17,9 \pm 4,3$	a	$17,4 \pm 3,8$	21,8
<b>Dp</b> (g cm <sup>-3</sup> )	$2,50 \pm 0,13$	a	$2,45 \pm 0,15$	a	$2,48 \pm 0,14$	5,6
Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	$1,34 \pm 0,05$	a	$1,26 \pm 0,09$	b	$1,30 \pm 0,07$	5,7
$VTP (m^3 m^{-3})$	$0,47 \pm 0,03$	a	$0,49 \pm 0,06$	a	$0,48 \pm 0,04$	9,2
$MA (m^3 m^{-3})$	$0.19 \pm 0.04$	a	$0.19 \pm 0.04$	a	$0.19 \pm 0.04$	21,2
$MI (m^3 m^{-3})$	$0,27 \pm 0,03$	a	$0,30 \pm 0,02$	b	$0,28 \pm 0,03$	9,4
$U(g g^{-1})$	$0,22 \pm 0,02$	a	$0,25 \pm 0,02$	b	$0,23 \pm 0,02$	9,1
DMG (mm)	$2,7 \pm 01$	a	$2,4 \pm 0,3$	b	$2,5 \pm 0,2$	7,6
DMP (mm)	$2,6 \pm 0,05$	a	$2,3 \pm 0,2$	b	$2,5 \pm 0,1$	5,0
Agreg ( %)	$85,2 \pm 1,7$	a	$74,4 \pm 7,9$	b	$79.8 \pm 4.8$	6,2
RP (MPa)	$2,33 \pm 1,2$	a	$1,16 \pm 0,5$	b	$1,74 \pm 0,9$	48
pH (CaCl <sub>2</sub> )	$4,92 \pm 0,1$	a	$5,17 \pm 0,1$	a	$5,05 \pm 0,1$	1,7
MO (g dm <sup>-3</sup> )	$27,8 \pm 4,2$	a	$31,4 \pm 3,1$	a	$29,6 \pm 3,7$	12,5
<b>P</b> ( <b>mg dm</b> <sup>-3</sup> )	$5,8 \pm 3,4$	a	$6,8 \pm 0,8$	a	$6,3 \pm 2,1$	35,5
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$1,9 \pm 0,3$	a	$2,2 \pm 0,2$	b	$2,0 \pm 0,3$	13,1
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$34,8 \pm 9,1$	a	$48,1 \pm 6,6$	b	$41,4 \pm 7,8$	20,0
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$9,9 \pm 3,2$	a	$15,4 \pm 1,6$	b	$12,7 \pm 2,4$	21,6
V (%)	$60,2 \pm 6,5$	a	$71,5 \pm 2,3$	b	$65,8 \pm 4,4$	7,0

Valores com letras iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina; Dp = Densidade de partículas; Ds = Densidade do solo; VTP = Volume total de poros; MA = Macroporosidade; MI = Microporosidade; U = Umidade gravimétrica; DMG = Diâmetro médio geométrico; DMP = Diâmetro médio ponderado; Agreg = Agregados ≥ 2 mm; RP = Resistência do solo à penetração; pH = Potencial Hidrogeniônico; MO = Matéria orgânica; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; V = Saturação de base.

De acordo com a classificação proposta por Pimentel-Gomes (1984) o coeficiente de variação (CV) é dito como baixo (<10%), médio (10 - 20%), alto (20 - 30%) e muito alto (>30). A maioria dos parâmetros físicos dos solos estudados (Tabela 9) apresentou coeficiente de variação (CV) médio, segundo Pimentel-Gomes (1984).

De acordo com a classificação da EMBRAPA (1995) a classe textural do solo é franco-argilo-arenosa Não foi observada variação entre as frações de argila, silte e areia tanto na lavoura como na mata (Tabela 9).

Na separação das areias vê-se que as frações areia fina (AF) e areia muito fina (AMF) representam, respectivamente, 56% e 34% de toda areia presente na área, porém, sem diferenças significativas entre as frações de areia analisadas. Segundo Guimarães (2000), a granulometria é pouco dependente do uso e manejo do solo, considerando esse atributo como fixo e as variações resultantes dos processos pedogenéticos de formação do solo.

Spera et al. (1998) citam que em solos arenosos, é preferível o cultivo de lavouras anuais em áreas onde os teores da fração areia fina predominem sobre a fração areia grossa, pois nestas condições a capacidade de retenção de água é maior. Isto foi observado nas condições deste trabalho, já que a fração areia fina predominou sobre as frações maiores.

Os valores de densidade de partículas do solo (Dp) não apresentaram diferença significativa entre a pastagem e a mata, já que esta depende da natureza do material mineral predominante, apresentando pouca ou nenhuma diferença para a mesma classe de solo. Os valores encontrados de  $2,50 \pm 0,13$  na pastagem e de  $2,45 \pm 0,15$  mata estão um pouco abaixo do valor clássico encontrado na literatura (Dp = 2,65 g cm<sup>-3</sup>) usado em muitos trabalhos. Para Kiehl (1979) o maior teor de matéria orgânica do solo (MO) nos horizontes superficiais, contribui para redução da densidade de partículas em decorrência do menor peso da MO.

Com relação ao volume total de poros (VTP) não se observou diferença significativa entre a pastagem e a mata. No entanto os valores encontrados, tanto na pastagem quanto na mata estão abaixo do valor ideal. Camargo e Alleoni (1997) relatam que um solo ideal deve apresentar 50% de volume total de poros, na capacidade de campo, sendo 33% ocupado por água e 17% ocupado por ar. Vários autores têm mostrado que em áreas que sofreram ação antrópica com alteração da estrutura original ocorre redução da porosidade total do solo com conseqüências desfavoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas na camada superficial (STONE; SILVEIRA, 2001).

O valor da macroporosidade (MA) de 0,19 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na pastagem e na mata encontra-se acima da faixa considerada ideal de 0,10 a 0,16 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, segundo Baver et al. (1972) e Kiehl (1979), proporcionando condições satisfatórias ao desenvolvimento das plantas

não houve diferença estatística nos valores de MA entre a pastagem e a mata, evidenciando que o manejo não proporcionou alteração estrutural ao solo. Quanto à microporosidade (MI), a área da mata apresentou valores maiores que na pastagem (Tabela 9), justificando a significância entre pastagem e mata.

Os valores médios de densidade do solo (Ds) encontrados de  $1,34 \pm 0,05$  g cm<sup>-3</sup> na pastagem e de  $1,26 \pm 0,09$  g cm<sup>-3</sup> na mata apresentaram diferenças significativas entre si; no entanto, apenas o valor encontrado na pastagem esta dentro da faixa considerada restritiva para a infiltração de água e crescimento radicular das plantas, relatado na literatura como sendo da ordem 1,27 g cm<sup>-3</sup> para solos argilosos (MEDINA, 1985; CORSINI; FERRAUDO, 1999). O limite de 1,40 g cm<sup>-3</sup> é aceito, de modo geral, para solos argilosos, sendo que os valores críticos aumentam com o decréscimo do teor de argila do solo (ARSHAD et al., 1996).

Os valores observados para a densidade do solo não são considerados críticos ao desenvolvimento radicular das plantas, que é de 1,75 g cm<sup>-3</sup> para solos arenosos (CORSINI; FERRAUDO, 1999). Para Stone e Silveira (2001), o manejo da pastagem realizado de maneira correta, o aumento da Ds é temporário, pois após a morte e a decomposição do sistema radicular das forrageiras, vários canalículos são formados, havendo um aumento da aeração, da matéria orgânica e da agregação do solo com o conseqüente aumento da infiltração de água no solo.

Para Figueiredo et al. (2009) o pisoteio animal e os cultivos intensivos nas camadas de 0-10 cm tendem a aumentar a Ds, o que poderá comprometer a porosidade do solo, diminuir a infiltração e a redistribuição de água no solo e, conseqüentemente aumentar a compactação.

A umidade gravimétrica do solo (U) apresentou significância entre a pastagem e a mata. O teor de umidade do solo no momento das coletas de amostras é essencial, pois a mesma interfere nos dados e poderá mascarar as interpretações dos resultados de outras propriedades que possuem relação com a mesma.

A análise de agregados (Tabela 9) indica que há diferenças na agregação do solo na pastagem em relação à mata, como mostram os agregados maiores que 2 mm, DMP e DMG que são maiores na área da pastagem. Essa diferença pode ser explicada, principalmente, pelo sistema radicular das gramíneas, que tendem a dar uma melhor agregação ao solo.

Conforme Tisdall e Oades (1982), provavelmente os agregados maiores sejam mantidos estáveis por moléculas orgânicas transitórias, hifas de fungos, mucilagens e raízes;

tais agentes são destruídos pelo cultivo e os agregados maiores, rompidos em unidades menores. Segundo Castro Filho et al. (1998), o tamanho dos agregados do solo e o estado de agregação podem ser influenciados por diferentes processos de manejo e práticas culturais, que alteram o teor de matéria orgânica e a atividade biológica do solo.

A resistência à penetração (RP) de  $2,33 \pm 1,2$ MPa encontrada na área de pastagem está acima do valor considerado limitante ao desenvolvimento das plantas (NESMITH, 1987), e dentro de uma faixa moderada segundo Arshad et al. (1996). No entanto, a RP de  $1,16 \pm 0,5$  MPa encontrada na área da mata, é considerada baixa (ARSHAD et al., 1996). Essas diferenças encontradas justificam a significância encontrada entre a pastagem e a mata como pode ser observado na Tabela 9.

Para Magalhães et al. (2001), que estudaram a RP em um Latossolo Vermelho distrófico em pastagem, a época da amostragem do solo é essencial, pois na época da seca a resistência a penetração é cerca de três vezes superior àquela encontrada na época das chuvas. Por essa razão, para interpretação correta de dados de resistência à penetração é essencial que sejam referenciados com os teores de umidade no momento das determinações.

Quanto aos parâmetros químicos do solo, os valores de pH variaram de  $5,17\pm0,1$  na mata a  $4,92\pm0,1$  no pasto, caracterizando uma acidez baixa em comparação com a CFSEMG (1999) e em relação a CFSG (1988) uma acidez mais elevada, sendo significativo tanto em comparação ao uso do solo quanto à profundidade.

O valor médio de cálcio (Ca) de  $34.8 \pm 9.1$  mmolc dm<sup>-3</sup>, no pasto foi considerado elevado enquanto que na mata o valor de  $48.1 \pm 6.6$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> foi considerado muito alto (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988). As diferenças justificam a significância entre os usos do solo (Tabela 9). Os teores de magnésio (Mg) de  $9.9 \pm 3.2$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> no pasto foi considerado alto na mata o valor de  $15.4 \pm 1.6$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> foi considerado muito alto (CFSEMG, 1999); apresentando significância entra o pasto e a mata.

Segundo Ferreira e Carvalho (2005) altos teores de potássio (K) no solo reduzem o Ca e Mg nas folhas e que em valores acima de 3,50 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> no solo ocorre queda na produtividade. Os valores de K encontrados tanto no pasto quanto na mata são considerados altos (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988); sendo que o teor de K encontrado na mata foi cerca de 15% maior que no pasto, justificando a significância entre pasto e mata (Tabela 3).

O teor médio de fósforo (P) de  $5.8 \pm 3.4$  mg dm<sup>-3</sup> encontrados no pasto e  $6.8 \pm 0.8$  mg dm<sup>-3</sup> obtido na mata são considerados baixos em relação a CFSEMG (1999) e CFSG (1988); os maiores valores de P foram encontrados na profundidade de 10-20 cm. Segundo Machado et al. (2007), o P apresenta baixa mobilidade no perfil do solo, com isso, pode se

entender que esse alto valor do P encontrado na profundidade de 10-20 cm pode ser causado pelo desprendimento de partículas ao longo da transeção, causando o deslocamento de nutrientes para a mata ciliar, com grandes chances de estes nutrientes alcançarem o curso d água.

Os teores de matéria orgânica no solo (MO) variaram de  $27.8 \pm 4.2$  g dm<sup>-3</sup> no pasto e  $31.4 \pm 3.1$  g dm<sup>-3</sup> na mata, estes valores se enquadram na faixa considerada ideal (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988), não tendo sido encontradas diferenças significativas nas variáveis analisadas.

Os valores da saturação por bases (V), tanto no pasto quanto na mata são considerados altos (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988). Contudo, o valor encontrado na mata é cerca de 15% maior que na área do pasto, confirmando a significância encontrada entre pasto e mata (Tabela 9).

## **4.3.3.2** Transeção 2 (T2)

Na Tabela 10, são apresentados os parâmetros físicos do solo estudado na transeção 2. A maioria dos atributos físicos do solo apresentou coeficiente de variação (CV) baixo de acordo com Pimentel-Gomes (1984).

A classe textural do solo é franco-argilo-arenosa, segundo a classificação da EMBRAPA (1995). Não se constataram variações acentuadas entre as frações granulométricas do solo, isso é observado através da análise estatística que não apresentou diferenças significativas para todas as frações granulométricas do solo (Tabela 10).

Na separação das areias constatou-se que a fração areia fina (AF) representa 56% da quantidade de areia total encontrada no pasto e 54% na mata, no entanto, não houve significância entre o pasto e a mata. Guimarães (2000) comenta que a granulometria é pouco dependente do uso e manejo do solo, considerando-a como um atributo fixo e a variação é resultante dos processos pedogenéticos de formação do solo.

Os valores de densidades de partículas do solo (Dp) não mostraram diferença significativa entre a pastagem e a mata, concordando com Brady (1989), que afirma que a Dp depende da natureza do material mineral predominante, apresentando pouca ou nenhuma diferença para a mesma classe de solo. Os valores encontrados de  $2,51 \pm 0,08$  g cm<sup>-3</sup> no pasto e  $2,48 \pm 0,08$  na mata estão um pouco abaixo do valor clássico encontrado na literatura (Dp = 2,65 g cm<sup>-3</sup>); porém, para Kiehl (1979) e Brady (1989), o maior teor de matéria orgânica do

solo (MO) nos horizontes superficiais, contribui para a redução da densidade de partículas em decorrência do menor peso da MO.

Tabela 10 - Valores médios dos atributos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) para o Cambissolo Háplico Eutrófico ocupado com pastagem de braquiária e no remanescente florestal na T2. Médias de 5 repetições no pasto e 2 repetições na mata na T2

			<u> </u>		dos na transeção	— CV (%)
Propriedades	pastagem		mata		total	- CV (%)
Argila (%)	$31 \pm 2,4$	a	$26 \pm 1,5$	a	$28 \pm 2,0$	9,97
Silte (%)	$17 \pm 1,5$	a	$15 \pm 2,3$	a	$16 \pm 1,9$	12,4
Areia (%)	$52 \pm 2,4$	a	$60 \pm 3.8$	a	$56 \pm 3,1$	5,5
<b>AMG</b> (%)	$2,2 \pm 0,6$	a	$1,0 \pm 0,3$	a	$1.8 \pm 0.5$	27,9
AG (%)	$3,2 \pm 0,7$	a	$2,2 \pm 0,3$	a	$2,7 \pm 0,5$	17,8
AM (%)	$4,7 \pm 1,5$	a	$4,7 \pm 1,1$	a	$4,7 \pm 1,3$	27,5
AF (%)	$24,1 \pm 2,0$	a	$29,3 \pm 6,4$	a	$26,7 \pm 4,7$	16,8
<b>AMF</b> (%)	$17,5 \pm 5,7$	a	$15,2 \pm 1,1$	a	$16,4 \pm 3,4$	19,9
<b>Dp</b> (g cm <sup>-3</sup> )	$2,51 \pm 0,08$	a	$2,48 \pm 0,08$	a	$2,49 \pm 0,08$	3,1
Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	$1,29 \pm 0,09$	a	$1,28 \pm 0,06$	a	$1,28 \pm 0,07$	5,7
$VTP (m^3 m^{-3})$	$0,48 \pm 0,05$	a	$0.51 \pm 0.01$	a	$0,49 \pm 0,03$	8,24
$MA (m^3 m^{-3})$	$0,21 \pm 0,02$	a	$0,24 \pm 0,02$	b	$0,22 \pm 0,02$	7,5
$MI (m^3 m^{-3})$	$0,27 \pm 0,05$	a	$0,27 \pm 0,02$	a	$0,27 \pm 0,03$	12,6
$\mathbf{U}\left(\mathbf{g}\;\mathbf{g}^{-1}\right)$	$0,22 \pm 0,04$	a	$0,22 \pm 0,01$	a	$0,22 \pm 0,03$	12,7
DMG (mm)	$2,7 \pm 03$	a	$2,4 \pm 0,2$	b	$2,6 \pm 0,2$	9,1
DMP (mm)	$2,6 \pm 0,2$	a	$2,4 \pm 0,1$	b	$2,5 \pm 0,2$	6,6
Agreg (%)	$85,0 \pm 6,8$	a	$78,5 \pm 5,9$	b	$81,7 \pm 6,3$	7,7
RP (MPa)	$2,16 \pm 0,6$	a	$1,33 \pm 0,1$	b	$1,93 \pm 0,3$	33,4
pH (CaCl <sub>2</sub> )	$5,06 \pm 0,03$	a	$5,0 \pm 0,1$	a	$5,03 \pm 0,04$	0,9
$MO(g dm^3)$	$32,6 \pm 6,4$	a	$30,0 \pm 1,5$	a	$31,3 \pm 3,9$	12,3
<b>P</b> ( <b>mg dm</b> <sup>3</sup> )	$6,8 \pm 1,5$	a	$7,2 \pm 0,2$	a	$7,0 \pm 0,8$	12,4
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$1,8 \pm 0,2$	a	$2,0 \pm 0,1$	b	$1,9 \pm 0,2$	8,4
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$45,5 \pm 7,4$	a	$37,5 \pm 6,5$	b	$41,5 \pm 6,9$	16,8
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$13,7 \pm 3,3$	a	$16,2 \pm 1,9$	b	$15,0 \pm 2,6$	18,0
V (%)	$65,3 \pm 3,6$	a	$62,0 \pm 3,0$	a	$63,7 \pm 3,3$	5,2

Valores com letras iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina; Dp = Densidade de partículas; Ds = Densidade do solo; VTP = Volume total de poros; MA = Macroporosidade; MI = Microporosidade; U = Umidade gravimétrica; DMG = Diâmetro médio geométrico; DMP = Diâmetro médio ponderado; Agreg = Agregados  $\geq$  2 mm; RP = Resistência do solo à penetração; pH = Potencial Hidrogeniônico; MO = Matéria orgânica; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; V = Saturação de base.

Com relação ao volume total de poros (VTP) não se observou diferença significativa entre o pasto e a mata. No entanto, o valor de  $0.48 \pm 0.05$  m $^3$  m $^{-3}$  encontrado na pastagem, pode estar abaixo do valor ideal. Camargo e Alleoni (1997) relatam que um solo ideal deve apresentar 50% de volume total de poros, na capacidade de campo, sendo 33% ocupado pela água e 17% ocupado pelo ar. Vários autores têm mostrado que em áreas que sofreram ação antrópica com alteração da estrutura original ocorre redução da porosidade

total do solo com consequências desfavoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas na camada superficial (VIEIRA, 1985; STONE; SILVEIRA, 2001).

De acordo com Kiehl (1979), um solo em condições ideais deve apresentar 1/3 do volume total de poros formado por macroporos e os 2/3 restantes por microporos, estabelecendo uma relação MA/MI igual a 0,50. Observa-se nesse estudo relação de 0,78 para a pastagem e 0,92 na mata, levando a afirmar que estão em proporções adequadas; porém essas relações muito elevadas podem comprometer o armazenamento de água nesta área, tendo em vista que os microporos são os responsáveis pela retenção de água no solo.

Os valores da macroporosidade (MA) de  $0.21 \pm 0.02$  na pastagem e de  $0.24 \pm 0.02$  m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na mata encontram-se acima da faixa considerada ideal que é de 0.10 a 0.16 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, segundo Baver et al. (1972) e Kiehl (1979), apresentando significância estatística entre o pasto e a mata, já a microporosidade (MI) não apresentou significância estatística entre o pasto e a mata (Tabela 10).

Os valores médios de densidade do solo (Ds) encontrados de  $1,29 \pm 0,09$  g cm<sup>-3</sup> na pastagem e de  $1,28 \pm 0,06$  g cm<sup>-3</sup> na mata não apresentaram diferenças significativas entre o pasto e a mata, os mesmos não são considerados críticos ao desenvolvimento radicular das plantas, que é de 1,75 g cm<sup>-3</sup> para solos arenosos (CORSINI; FERRAUDO, 1999) e também estão abaixo de 1,40 g cm<sup>-3</sup> que é considerado como limite critico para solos argilosos, sendo que os valores críticos aumentam com o decréscimo do teor de argila do solo (ARSHAD et al., 1996).

Para Figueiredo et al. (2009) o pisoteio animal e os cultivos intensivos nas camadas de 0-10 cm tendem a aumentar a Ds o que poderá comprometer a porosidade do solo, diminuir a infiltração e a redistribuição de água no solo e, conseqüentemente aumentar a compactação. Segundo Stone e Silveira (2001), o manejo da pastagem realizado de maneira correta, faz com que o aumento da Ds seja temporário, pois, após a morte e a decomposição do sistema radicular das forrageiras, vários canalículos são formados ocorrendo aumento na aeração, matéria orgânica e agregação do solo, e conseqüente aumento da infiltração de água no solo.

A umidade gravimétrica do solo (U), não apresentou significância entre o pasto e a mata. O teor de umidade do solo no momento da amostragem do solo é essencial, pois a mesma interfere nos dados e poderá mascarar as interpretações dos resultados de outras propriedades que possuem relação direta com a umidade.

A análise dos agregados (Tabela 10) indica que há diferenças na agregação do solo na pastagem em relação à mata, como mostram os agregados maiores que 2 mm (Agreg),

DMP e DMG que são maiores na pastagem, apresentando diferenças significativas entre o pasto e a mata. Essas diferenças podem ser explicadas, principalmente, pelo sistema radicular das gramíneas, que tendem a dar uma melhor agregação ao solo. Para Cunha (2005), os sistemas associados à braquiária ou com mais gramíneas nas rotações favorecem a agregação do solo, devido à tendência do aumento no teor de matéria orgânica.

Tisdall e Oades (1982) comentam que os agregados maiores são mantidos estáveis por moléculas orgânicas transitórias, hifas de fungos, mucilagens e raízes; tais agentes são destruídos pelo cultivo e os agregados maiores, rompidos em unidades menores. O tamanho dos agregados do solo e o estado de agregação podem ser influenciados por diferentes processos de manejo e práticas culturais, que alteram o teor de matéria orgânica e a atividade biológica do solo (CASTRO FILHO et al., 1998).

O aumento de alguns atributos físicos do solo sobre sistemas de pastagem, integração lavoura-pecuária e plantio direto na camada superficial são temporários, uma vez que as espécies forrageiras em função das próprias características que apresentam como sistema radicular profundo e abundante tem um efeito benéfico na agregação do solo. Essas forrageiras após sua morte e decomposição do sistema radicular, juntamente com os restos das culturas promovem o aumento dos teores de matéria orgânica e a agregação do solo com conseqüente aumento da porosidade do solo (FERNANDES et al., 1983; SILVA et al., 2005).

A resistência à penetração (RP) de  $2,16 \pm 0,6$ MPa encontrada na área de pastagem está acima do valor considerado limitante ao desenvolvimento das plantas (TAYLOR et al., 1966; NESMITH, 1987), e dentro de uma faixa moderada segundo Arshad et al. (1996). No entanto, a RP de  $1,33 \pm 0,1$  MPa encontrada na área da mata, é considerada baixa e abaixo do limite crítico adotado para o desenvolvimento de muitas culturas de acordo com a classificação proposta por Arshad et al. (1996). As diferenças encontradas justificam a significância encontrada entre o pasto e a mata.

O conhecimento do teor de umidade do solo é fundamental para a determinação e interpretação da RP. Magalhães et al. (2001) estudaram a RP em um Latossolo Vermelho distrófico em pastagem para diferentes épocas de amostragem e verificaram que na época da seca a RP é até 3 vezes superior àquela encontrada na época das chuvas. Por essa razão, para interpretação correta de dados de RP e essencial que sejam referenciados os teores de umidade do solo no momento das determinações.

Para Kay e Angers (1999) o aumento dos valores de RP com o decréscimo da umidade gravimétrica pode estar associado à maior coesão entre as partículas minerais e ao aumento do atrito destas partículas no solo. No entanto, os testes de penetrometria foram

realizados com o solo em umidades praticamente iguais (0,22 g g<sup>-1</sup> no pasto e 0,22 g g<sup>-1</sup> na mata), ao longo do perfil de solo analisado (Tabela 10).

Quanto aos parâmetros químicos, os valores de pH variaram de  $5,00 \pm 0,1$  na mata a  $5,06 \pm 0,03$  no pasto, caracterizando uma acidez baixa, em comparação com a CFSEMG (1999) a CFSG (1988), não apresentando significância entre o pasto e a mata.

O valor médio de cálcio (Ca) de  $45.5 \pm 7.4$  mmolc dm<sup>-3</sup>, na pastagem foi considerado alto (CFSEMG, 1999) a muito alto (CFSG, 1988), enquanto que na mata o valor de  $37.5 \pm 6.5$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> foi considerado muito alto pelas mesmas comissões. Essas diferenças justificam a significância entre o pasto e a mata (Tabela 10). Os teores de magnésio (Mg) de  $13.7 \pm 3.3$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na pastagem foram considerados altos (CFSEMG, 1999) e muito altos (CFSG, 1988). Na mata o valor de  $16.2 \pm 1.9$  mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> foi considerado muito alto pelas mesmas comissões, apresentando significância estatística entre o pasto e a mata (Tabela 10).

Segundo Ferreira e Carvalho (2005) altos teores de K no solo reduzem o Ca e Mg nas folhas da planta e com valores acima de 3,50 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> no solo há queda na produtividade da cultura. No pasto, o valor de Potássio (K) de 1,8  $\pm$  0,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> encontrado e na mata de 2,0  $\pm$  0,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são considerados altos (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988). O teor de K encontrado na mata foi cerca de 15% maior que no pasto, justificando a significância entre o pasto e a mata (Tabela 10).

Os teores de fósforo (P) de  $6.8 \pm 1.5$  mg dm<sup>-3</sup> encontrados no pasto e de  $7.2 \pm 0.2$  mg dm<sup>-3</sup> na mata são considerados baixos pela CFSEMG (1999) e pela CFSG (1988). O P encontrado na área da mata foi cerca de 20% maior que no pasto. Pode se interpretar, que mesmo o P apresentando baixa mobilidade no perfil do solo (MACHADO et al., 2007) poderá estar ocorrendo desprendimento de partículas ao longo da transeção, causando o deslocamento de nutrientes para a mata ciliar, com grandes chances de estes nutrientes alcançarem o curso d'água.

Os teores de matéria orgânica no solo (MO) variaram de  $32,6 \pm 6,4$  g dm<sup>-3</sup> no pasto e  $31,0 \pm 1,5$  g dm<sup>-3</sup> na mata, estes valores se enquadram na faixa considerada ideal (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988), não apresentando diferenças significativas entre o pasto e a mata. Os valores da saturação por bases (V) no pasto e na mata são considerados altos (CFSEMG, 1999; CFSG, 1988) e sem diferenças significativas entre as variáveis analisadas (Tabela 10).

# 4.4 Taxas de redistribuição de solo estimadas pela técnica do <sup>137</sup>Cs

### 4.4.1 Na transeção no SPC em Goiatuba, GO

Na Tabela 11 são apresentados os valores de perda de solo por erosão (+) e ganho de solo por deposição de sedimentos (-) estimados pela técnica do <sup>137</sup>Cs em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, na transeção cultivada com algodão em SPC.

Tabela 11 - Valores de perda (+) e ganho (-) de solo estimados pela técnica do <sup>137</sup>Cs (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) na transeção cultivada com algodão em SPC

	Lavoura		Mata
Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
ATr204	21,4	MTr40	-241,7
ATr144	-90,2	MTr30	-214,5
ATr104	-132,9	MTr20	-365,7
ATr84	-44,2	MTr10	-339,8
ATr64	31,7	MTr4	-107,8
Média	-42,8 a	Média	-253,9 b
DP	70,8	DP	103,6
CV (%)	165,3	CV (%)	40,8

Valores com letras diferentes nas linhas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

A Figura 13 ilustra a distribuição espacial dos valores de ganho e perda de solo em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na transeção estudada para a área de SPC.

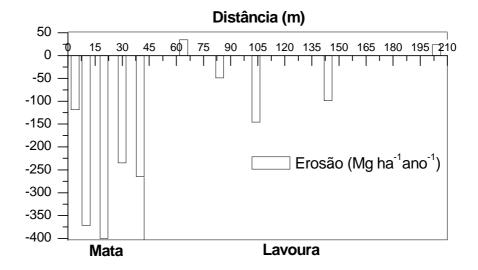


Figura 13 - Valores de erosão (+) e deposição de sedimentos (-) em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> determinados pela técnica do <sup>137</sup>Cs para a transeção de SPC

Pela análise da Tabela 11, observa-se que os pontos na lavoura ATr144, ATr104 e ATr 84 apresentaram taxas de ganho de solo por deposição de sedimentos que variaram de 132,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto ATr104, localizado a 104 metros do curso d água a 44,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto ATr84 localizado a 84 metros do curso d água. Os pontos ATr204 e ATr64, apresentaram taxas de perda de solo por erosão de 21,4 e 31,7 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 11). O valor médio da taxa de deposição de sedimentos na lavoura foi de 42,8 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com alto valor de CV de 165,3%, enquanto que na mata, a taxa média de deposição de sedimentos foi de 253,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com CV de 40,8%. As taxas médias de erosão entre a lavoura e a mata apresentaram diferenças significativas entre si, mostrando que houve grande transporte de sedimentos da lavoura para a mata e pelo alto valor de CV apresentando na lavoura, pode estar associado à redistribuição de solo dentro dos limites da área de lavoura o que pode ser causado pelo próprio manejo do solo como pela erosão hídrica (LINDSTROM, et al., 1990).

Analisando a Figura 13, nota-se que houve deposição de sedimentos em quase todos os pontos amostrados, os pontos dentro da mata apresentaram altas taxas de deposição de sedimentos em relação aos pontos amostrados na lavoura, apenas os pontos ATr204 e ATr64 localizados a 204 e 64 metros do curso d'água apresentaram perda de solo por erosão. Isso pode ser explicado pelo fato da transeção estar localizada no terço inferior da vertente de aproximadamente 600 metros do curso d'água até o topo recebendo sedimentos da área a sua montante e considerando que o <sup>137</sup>Cs é um radionúcleo de forte adsorção aos minerais de argila é de se esperar que nesses locais seja detectada a maior atividade de <sup>137</sup>Cs em relação à lavoura, e consequentemente os valores de deposição de sedimentos na mata sejam mais elevados.

# 4.4.2 Na transeção no SPD em Goiatuba, GO

Na Tabela 12 são apresentados os valores de perda de solo por erosão (+) e ganho de solo por deposição de sedimentos (-) estimados pela técnica do <sup>137</sup>Cs em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, na transeção cultivada com algodão em SPD.

Tabela 12 - Valores de perda (+) e ganho (-) de solo estimados pela técnica do <sup>137</sup>Cs (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) na transeção cultivada com soja em SPD

	Lavoura	Mata						
Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )					
STr140	3,2	MTr21	-139,8					
STr115	11,7	MTr14	-211,7					
STr90	11,4	MTr4	-300,3					
STr70	12,6							
STr50	-39,3							
Média	-0,1 a	Média	-217,3 b					
DP	22,3	DP	80,4					
CV (%)	286,1	CV (%)	37,0					

Valores com letras iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Na Figura 14 são apresentados os valores das taxas de erosão (+) e deposição de sedimentos (-) da transeção de SPD, conforme sua distribuição espacial, estimados pela técnica do <sup>137</sup>Cs em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

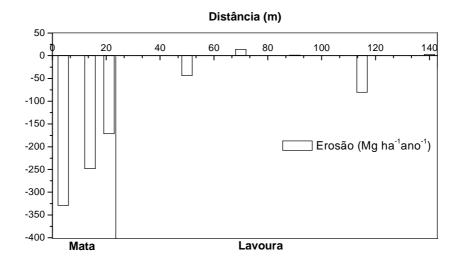


Figura 14 - Valores de erosão (+) e deposição de sedimentos (-) em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> conforme a distribuição espacial dos pontos amostrados, determinados pela técnica do <sup>137</sup>Cs para a área de SPD

De acordo com a Tabela 12 e Figura 14 pode-se observar que os pontos analisados na área agrícola (STr115, STr90 e STr50) apresentaram ganho de solo por deposição de sedimentos exceto os pontos STr140 e STr70, localizados a 115 e 70 metros do início da mata ciliar, apresentaram perda de solo por erosão. Na área agrícola, os valores de perda e ganho de solo variaram entre 12,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de perda de solo por erosão no ponto STr70 a 39,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de ganho de solo por deposição de sedimentos no ponto STr50 (Tabela 12). Na área de mata ciliar a deposição de sedimentos não seguiu um padrão de distribuição uniforme. No primeiro ponto amostrado MTr21, localizado a 4 metros do início da mata, o valor de deposição de sedimentos foi de 139,8 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, no segundo ponto MTr14, localizado a 11 metros do início da mata, a deposição de sedimentos foi de 211,7 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e no terceiro ponto amostrado MTr4, localizado a 20 metros do início da mata foi registrado o maior valor de deposição de sedimentos de 300,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Esse altos valores de deposição de sedimentos mostram que as frações mais finas dos sedimentos e mais enriquecidas com <sup>137</sup>Cs, tendem a ser as últimas a serem depositadas, apresentando valores crescentes de deposição de sedimentos com o aumento da largura da mata.

A média da taxa de deposição de sedimentos na lavoura foi de 0,1 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com CV de 286,1% enquanto que a média da taxa de deposição de sedimentos na mata foi de 217,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com CV de 37,0%. As taxas médias de erosão entre a lavoura e a mata apresentaram diferenças significativas entre si, mostrando que houve grande transporte de sedimentos da lavoura para a mata. Pelo alto valor de CV apresentando na lavoura pode estar associado à redistribuição de solo dentro dos limites da área de lavoura (LINDSTROM, et al., 1990). As altas taxas de erosão e deposição de sedimentos encontradas tanto na área de lavoura como na mata evidenciam a redistribuição de solo dentro dos limites da área agrícola pelo fato da transeção estudada encontrar-se localizada na parte inferior da vertente que possui aproximadamente 1000 metros de comprimento desde a área alagada até o topo.

Filippe (2006), estudando a retenção de sedimentos em matas ciliares demonstrou que a maioria da deposição do sedimento originado de uma área cultivada com cana-de-açúcar, ocorre nos primeiros metros de uma mata ciliar localizada a jusante da área cultivada, decrescendo em direção ao seu interior.

# 4.4.3 Nas transeções em pastagem em Jandaia, GO

Na Tabela 13 são apresentados os valores de perda (+) e ganho (-) de solo estimados em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, nas duas transeções na área de pastagem (T1 e T2).

Tabela 13 - Valores de perda (+) e ganho (-) de solo (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) nas transeções de pastagem (T1 e T2)

	Perda/ganho solo	(Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
Ponto	T1	<b>T2</b>
	Pasta	gem
P135	13,4	-14,6
P115	8,2	-31,1
P95	9,3	-18,7
P75	-10,1	-75,4
P55	15,1	9,7
P35	18,1	-32,0
Média	9,0 a	-27,0 a
DP	10,0	28,1
CV (%)	111,4	104,0
	Ma	ta
M20	2,1	-6,2
M10	6,2	17,6
M5	23,9	11,6
Média	10,7 a	7,6 a
DP	11,6	12,4
CV (%)	107,8	162,2

Valores com letras iguais nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Na Figura 15 são apresentados os valores das taxas de erosão (+) e deposição de sedimentos (-) das duas transeções estudadas (T1 e T2) conforme sua distribuição espacial, estimadas pela técnica do <sup>137</sup>Cs em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na área de pastagem.

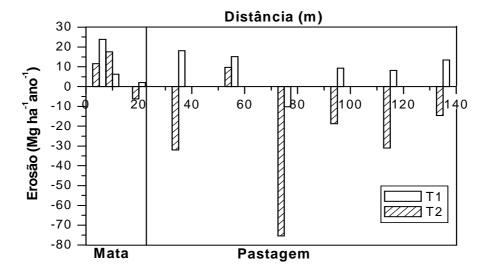


Figura 15 - Valores de erosão (+) e deposição de sedimentos (-) em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> determinados pela técnica do <sup>137</sup>Cs para a área de pastagem nas transeções 1 e 2

As taxas de erosão e deposição de sedimentos foram estimadas pela equação 3 (WALLING; HE, 1997) descrita no item 3.4. Através da Tabela 13 pode-se observar que a transeção 1 (T1) apresentou taxas de perdas de solo por erosão em todos os pontos amostrados (pastagem e mata), com exceção do ponto P75 localizado a 75 metros do curso d'água, que apresentou uma taxa de deposição de sedimentos de 10,1 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 13). A média das taxas de erosão na pastagem foi de 9,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com alto CV de 111,4% enquanto que as taxas de erosão estimadas na mata foram de 10,7 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentando também alto CV de 107,8%.

Na T2, diferente da T1, todos os pontos amostrados na pastagem, apresentaram taxas de deposição de sedimentos (Figura 15), com exceção do P55, ponto localizado a 55 metros do inicio da mata, que apresentou uma taxa de perda de solo por erosão de 9,7 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Na mata, dois pontos apresentaram perda de solo por erosão (M10 e M5). O ponto M10, localizado a 10 metros do curso d água, apresentou uma taxa de perda de solo por erosão de 17,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, enquanto que o ponto M5 apresentou uma taxa de perda de solo de 11,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o único ponto que apresentou taxa de deposição de sedimentos no valor de 6,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi o M20, localizado a 20 na entrada da mata. A média das taxas de erosão na pastagem foi de 27,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com alto CV de 104,0% enquanto que as taxas de erosão estimadas na mata foram de 7,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentando também alto CV de 162,2%.

Nas duas transeções (T1 e T2), através da análise estatística não foram encontradas diferenças significativas nos valores médios de perda e ganho de solo entre a pastagem e a mata, porém os altos valores de CV indicam grande variabilidade nos valores de perda e ganho de solo que podem ser atribuídos pela redistribuição de solo dentro da área de pastagem e também na área de mata ciliar a sua jusante.

## 4.5 Taxas de redistribuição de solo estimadas pela EUPS

#### 4.5.1 Na transeção no SPC em Goiatuba, GO

Os parâmetros usados para o cálculo das taxas de erosão pela EUPS foram estimados com base nos dados de trabalhos já realizados para a região Centro-Oeste e são discutidos a seguir.

O fator R foi calculado com base nas precipitações médias mensais e anuais relativas ao mesmo período de cultivo dos solos estudados, de acordo com o modelo descrito

por Silva et al. (1997). O valor médio calculado para a área de SPC foi de 9507 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>

O fator K foi estimado através do método nomográfico proposto por Wischmeier et al. (1971). O valor médio calculado para o Latossolo Vermelho Distrófico, solo predominante na área de SPC foi de 0,0199 Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. O valor de K calculado neste trabalho está um pouco acima dos valores encontrados por Denardin (1990) para os latossolos do Brasil.

Quanto ao cálculo do fator LS foram usados o comprimento de rampa e o grau de declive, medidos diretamente no campo e corrigidos para as condições padrão por meio dos modelos propostos por Foster e Wischmeier (1974) e Wischmeier e Smith (1978). O valor médio encontrado foi de 3,19.

O valor do fator C usado nos cálculos das taxas de erosão para a cultura do algodão em SPC na transeção de estudo foi de 0,4737 de acordo com Vázquez-Fernández et al. (1996).

O valor do fator P usado nos cálculos das taxas de erosão estimadas pela EUPS foi de 0,5 referente ao plantio em contorno como pratica conservacionista adotada na transeção de estudo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Na Tabela 14 são apresentas as taxas de erosão estimadas pela EUPS em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na transeção de SPC com base nos parâmetros estimados para a EUPS discutidos acima.

Tabela 14 – Taxas de erosão (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) estimadas pela EUPS com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) na transeção de SPC

	Lavoura	Mata						
Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )					
ATr204	35,7	MTr40	105,7					
ATr144	71,5	MTr30	253,2					
ATr104	122,6	MTr20	159,1					
ATr84	114,1	MTr10	22,6					
ATr64	263,8	MTr4	7,9					
Média	121,6 a	Média	109,7 a					
DP	86,9	DP	101,3					
CV (%)	71,5	CV (%)	92,3					

Valores com letras iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

De acordo com a análise da Tabela 14, pode-se observar que na lavoura, todos os pontos apresentaram elevadas taxas de erosão, sendo que as maiores taxas de erosão ocorreram nos pontos ATr104, ATr84 e ATr64 com valores de 122,6, 114,1 e 263,8 Mg ha<sup>-1</sup>

ano<sup>-1</sup>, respectivamente. O valor médio de erosão nos pontos amostrados na lavoura foi de 121,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com alto valor de CV de 71,5%.

Na mata, todos os pontos amostrados apresentaram altos valores de perda de solo, sendo que o ponto MTr30, localizado a 30 metros do curso d água, apresentou o maior valor de perda de solo de 253,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A média dos pontos amostrados na mata foi de 109,7 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com elevado valor de CV de 92,3%. O ponto que apresentou o menor valor de erosão foi o MTr4, localizado a 4 metros do curso d'água com um valor de 7,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

As taxas médias de erosão entre a lavoura e a mata não apresentaram diferenças significativas entre si. Pelos altos valores de taxas de erosão médios encontrados tanto na lavoura como na mata pode-se afirmar que houve elevado transporte de sedimentos em ambas as áreas.

#### 4.5.2 Na transeção no SPD em Goiatuba, GO

Na transeção de SPD, o fator R foi calculado com base nas precipitações médias mensais e anuais relativas ao mesmo período de cultivo dos solos estudados, de acordo com o modelo descrito por Silva et al. (1997). O valor calculado foi de 9507 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

O fator K foi estimado através do método nomográfico proposto por Wischmeier et al. (1971). O valor médio calculado para o Cambissolo Háplico Eutrófico foi de 0,0202 Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, O valor de K calculado também se encontrou um pouco acima dos valores de K encontrados por Denardin (1990).

No cálculo do fator LS foram usados o comprimento de rampa e o grau de declive, medidos diretamente no campo e corrigidos para as condições padrão por meio dos modelos propostos por Foster e Wischmeier (1974) e Wischmeier e Smith (1978). O valor médio calculado foi de 4,80.

O valor do fator C usado nos cálculos das taxas de erosão para a cultura de soja em SPD foi de 0,046, estimado através do trabalho de Bertol et al. (2001).

O valor do fator P usado nos cálculos da taxas de erosão estimadas pela EUPS foi de 0,5 referente ao plantio em contorno como pratica conservacionista adotada na transeção de estudo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Na Tabela 15 são apresentas as taxas de erosão estimadas pela EUPS em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na transeção de SPD com base nos parâmetros estimados para a EUPS.

Tabela 15 - Taxas de erosão estimadas pela EUPS em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) na transeção de SPD

_	Lavoura	Mata						
Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Ponto	Perda/ganho solo (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )					
STr140	5,0	MTr21	20,3					
STr115	5,0	MTr14	18,4					
STr90	8,1	MTr4	23,0					
STr70	12,0							
STr50	21,4							
Média	10,3 a	Média	20,6 b					
DP	6,8	DP	2,3					
CV (%)	66,4	CV (%)	11,3					

Valores com letras iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Através da Tabela 15, pode-se observar que os pontos amostrados na lavoura apresentaram taxas de erosão que variaram de 5 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> nos pontos STr140 e STr115 a 21,4 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto STr50, localizado a 50 metros do curso d água. A média dos pontos amostrados na lavoura foi de 10,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com valor de CV de 66,4%.

Na mata, todos os pontos amostrados apresentaram valores de erosão que variaram de 18,4 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto MTr14 a 23,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto MTr4 localizado a 4 metros do curso d'água. A média dos pontos amostrados na mata foi de 20,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com baixo valor de CV de 11,3%.

As taxas médias de erosão entre a lavoura e a mata foram bem menores do que as encontradas na área de SPC não apresentando diferenças significativas entre si mostrando que o transporte de sedimentos entre a lavoura e a mata na área de SPD ocorre com menos intensidade em relação ao SPC.

#### 4.5.3 Nas transeções em pastagem em Jandaia, GO

Nas transeções de pastagem, o fator R foi calculado com base nas precipitações médias mensais e anuais, de acordo com o modelo descrito por Silva et al. (1997). O valor calculado foi de 8435 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

O fator K foi estimado através do método nomográfico proposto por Wischmeier et al. (1971). O valor médio calculado para o Cambissolo Háplico Eutrófico foi de 0,0174 Mg

h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, valor este que está acima dos valores encontrados para solos do Brasil (DENARDIN, 1990).

Para o cálculo do fator LS foram usados o comprimento de rampa e o grau de declive, medidos diretamente no campo e corrigidos para as condições padrão por meio dos modelos propostos por Foster e Wischmeier (1974) e Wischmeier e Smith (1978). O valor médio calculado foi de 5,65 para a transeção 1 e de 3,17 para a transeção 2.

O valor do fator C usado nos cálculos das taxas de erosão para a pastagem nas transeções de estudo foi de 0,03 retirado do trabalho de Menk (1993). O valor do fator P usado nos cálculos da taxas de erosão estimadas pela EUPS foi de 1,0 referente ao plantio morro abaixo considerando que não existiam práticas conservacionistas na área de pastagem (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Com base nos parâmetros relacionados para a área de pastagem, na Tabela 16 são apresentas as taxas de erosão estimadas pela EUPS em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> nas duas transeções de pastagem T1 e T2.

Tabela 16 - Taxas de erosão estimadas pela EUPS em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) nas transeções de pastagem T1 e T2

	Taxas de erosão (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )									
Ponto	<b>T1</b>	<b>T2</b>								
	Pastagem									
P135	4,6	7,0								
P115	14,8	12,0								
P95	17,1	15,6								
P75	20,9	7,4								
P55	15,2	13,1								
P35	11,9	16,1								
Média	14,1 a	11,9 a								
DP	5,5	3,9								
CV (%)	39,2	33,1								
	M	lata								
M20	40,9	16,7								
M10	49,0	15,3								
M5	47,7	16,0								
Média	45,9 b	16,0 a								
DP	4,3	0,7								
CV (%)	9,5	4,6								

Valores com letras iguais nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Através da Tabela 16 observa-se que na T1, os pontos amostrados na pastagem apresentaram taxas de erosão que variaram de 4,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto P135, localizado a 135 metros do curso d'água a 20,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto P75, localizado a 75 metros do curso d'água. Na mata, as taxas de erosão variaram de 40,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto M20

localizado na entrada da mata a 49,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto M10 localizado a 10 metros do curso d'água. A média das taxas de erosão na pastagem na transeção 1 foi de 14,1 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com CV de 39,2% enquanto que as taxas de erosão estimadas na mata foram de 45,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentando CV de 9,5%.

Na T2 (Tabela 16) os pontos amostrados na pastagem apresentaram taxas de erosão que variaram de 7,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto P135, localizado a 135 metros do curso d água a 16,1 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto P35, localizado a 35 metros do curso d água. Na mata, as taxas de erosão variaram de 16,7 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto M20 localizado na entrada da mata a 15,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no ponto M10 localizado a 10 metros do curso d água. A média das taxas de erosão na pastagem na transeção 2 foi de 11,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com CV de 33,1% enquanto que as taxas de erosão estimadas na mata foram de 16,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentando CV de 4,6%.

Na T1 as taxas de erosão médias entre a pastagem e a mata foram significativas entre si, enquanto que na T2, taxas de erosão médias entre a pastagem e a mata não apresentaram diferença estatística entre o pasto e a mata.

4.6 Caracterização morfológica, física, química e das atividades de <sup>137</sup>Cs nas trincheiras abertas nas matas ciliares a jusante das áreas de lavoura e pastagem

#### 4.6.1 Mata ciliar a jusante da área de lavoura em SPC

## 4.6.1.1. Atividades de <sup>137</sup>Cs

Na Tabela 17 são apresentados os valores de atividade total de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) nas três trincheiras amostradas dentro da mata ciliar localizada na área de SPC.

Ponto	Profundidade	MT1	MT2	MT3	
	(cm)		Bq m <sup>-2</sup>		
1	0-5	60,0	77,6	289,4	
2	5-10	95,5	132,3	262,4	
3	10-15	76,0	205,3	151,6	
4	15-20	87,3	151,3	84,8	
5	20-25	110,5	79,3	79,7	
6	25-30	208,5	63,9	83,7	
7	30-35	255,0	90,5	122,3	
8	35-40	209,7	62,6	119,5	
9	40-45	416,3	113,9	23,9	
média		168,8	108,5	149,2	
DP		116,1	47,5	82,3	
CV		68 8	43.7	55 1	

Tabela 17 - Valores de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) em três trincheiras abertas dentro da mata na área de SPC

Na Figura 16, são apresentados os valores de atividade de <sup>137</sup>Cs em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> nas três trincheiras abertas dentro da área de mata ciliar.

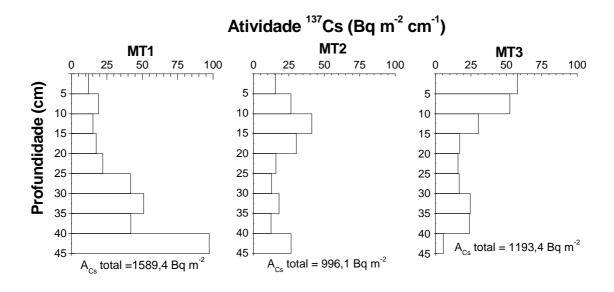


Figura 16 - Atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup>) nas três trincheiras abertas (MT1, MT2 e MT3) dentro da área de mata ciliar na área de SPC

Nas três trincheiras analisadas dentro da mata ciliar, verificou-se que a distribuição da atividade de <sup>137</sup>Cs não seguiu um padrão uniforme. Através da Tabela 17 e Figura 16, pode-se observar os valores de atividade de <sup>137</sup>Cs nas trincheiras de 5 em 5 cm. Na trincheira MT1, localizada a 4 metros do início da mata, houve aumento da atividade de <sup>137</sup>Cs com o aumento da profundidade, sendo esse aumento mais pronunciado nas profundidades de

25 a 45 cm, a média dos inventários de <sup>137</sup>Cs foi de 168,8 Bq m<sup>-2</sup> com alto valor de CV de 68,8% (Tabela 17).

A MT2, localizada a 14 metros do início da mata, apresentou dois picos de <sup>137</sup>Cs, um na profundidade de 10 a 15 cm e outro na profundidade de 40 a 45 cm, a média dos inventários de <sup>137</sup>Cs nesta trincheira foi de 108,5 Bq m<sup>-2</sup> com CV de 43,7% (Tabela 17). A MT3, localizada a 24 metros do início da mata, apresentou atividade de <sup>137</sup>Cs elevada na superfície, entre as camadas de 0-5 e 5-10 cm, diminuindo com o aumento da profundidade aparecendo na profundidade de 30-35 cm um pequeno pico de <sup>137</sup>Cs, mas decrescendo novamente com o aumento da profundidade, a média dos inventários de <sup>137</sup>Cs nesta trincheira foi de 149,2 Bq m<sup>-2</sup> com CV de 55,1% como pode ser observado na Tabela 17.

O total de atividade de <sup>137</sup>Cs na MT1 foi de 1589,4 Bq m<sup>-2</sup>, a MT2 apresentou um total de atividade de <sup>137</sup>Cs de 996,1 Bq m<sup>-2</sup> enquanto que a MT3 apresentou 1193 Bq m<sup>-2</sup> (Figura 16). Na ocasião da amostragem, época de fortes chuvas na região, as três trincheiras se encontravam alagadas impossibilitando a retirada de amostras de solo abaixo de 45 cm de profundidade.

## 4.6.1.2 Caracterização físico-química e morfológica

Com base na Tabela 18 e nas descrições morfológicas das trincheiras (Anexo A) é possível verificar que os primeiros metros da mata foram mais eficientes na retenção dos sedimentos. A análise dos dados revela que a mata promoveu a retenção de sedimentos na entrada da mata ciliar e que ao final da área da mata, houve deposição de sedimentos entre 14 e 24 m do início da mata. Na primeira trincheira observada (MT1), a 4 metros da entrada da mata, foi possível visualizar duas camadas de sedimentos com espessura de 8 e 14 cm. Na trincheira a 14 metros da entrada da mata (MT2), uma única camada de sedimentos foi identificada com espessura 11 cm. Nas demais trincheiras (MT3, MT4 e MT5), localizadas respectivamente a 24, 34 e 40 metros da borda da mata, não foi evidenciado a existência de camada superficial de sedimentos, sendo identificado o horizonte A em superfície.

A descrição morfológica das trincheiras permitiu classificar as camadas superficiais de sedimentos principalmente com base na observação de cor e na caracterização da estrutura. Os sedimentos apresentam cor relativamente mais clara com a matiz vermelha mais intensa, porém a cor do perfil quando úmido é bastante homogêneo. Quanto à estrutura, a camada de sedimentos apresentava estrutura granular muito fina de grau moderado, devido à presença de micro agregados, que se desmanchavam quando friccionados contra a mão na

presença de água, comportando-se como grãos soltos, sem nenhuma orientação e sem a formação de torrão.

O horizonte A enterrado, visível em MT1 apresenta espessura de 18 cm e na MT2 espessura de 15 cm, caracterizado pela estrutura granular pequena de grau forte com transição abrupta entre os sedimentos e o horizonte A. O horizonte Bw é caracterizado por estrutura em blocos subangulares de grau moderado a forte na MT1, e de estrutura maciça na MT2. Nas trincheiras MT3 e MT4, foi identificada a ocorrência de um horizonte A/B, apresentando estrutura granular de grau moderado nessas trincheiras e também na MT5 o horizonte A é caracterizado por estrutura em blocos subangulares de grau moderado e o horizonte Bw por estrutura maciça.

Tabela 18 - Caracterização química e granulométrica das amostras coletadas nas trincheiras localizadas na área de mata ciliar - (Área de SPC)

Camadas	Horizont	pН	M,O,	P	K	Ca	Mg	H +Al	SB	CTC	V	Textura (%)			
		CaCl <sup>2</sup>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				_	%	Argila	Silte	Areia	
MT1 0-8	Sed	5,62	63,86	24,72	10,8	60,67	18,67	44,54	90,14	134,68	66,93	60	22	18	
MT1 8-22	Sed	5,63	48,36	16,56	5,87	42,33	12,67	40,48	60,87	101,35	60,06	58	10	32	
MT1 22-40	A	5,39	69,13	22,56	3,55	61,67	20,33	50,17	85,55	135,72	63,03	58	18	24	
MT1 40-100	Bw	4,73	40,15	5,76	2,72	9,67	8,00	66,19	20,39	86,58	23,55	68	20	12	
MT2 0-11	Sed	5,55	58,13	23,88	5,4	47,67	13,67	43,72	66,74	110,46	60,42	52	12	36	
MT2 11-26	A	5,37	73,78	55,08	4,27	77,67	25,00	52,13	106,94	159,07	67,23	56	20	24	
MT2 26-44	A/B	4,40	37,67	12,72	3,74	14,67	9,33	96,37	27,74	124,11	22,35	60	20	20	
MT2 44-100	Bw	4,18	39,99	18,60	2,86	21,67	12,67	132,66	37,20	169,86	21,90	62	20	18	
MT3 0-15	A	6,01	83,24	45,12	5,95	113,33	30,33	33,25	149,61	182,86	81,82	68	18	14	
MT3 15-34	A/B	4,02	46,04	17,64	2,56	13,67	6,67	164,52	22,9	187,42	12,22	62	26	12	
MT3 34-100	Bw	3,84	39,68	19,80	2,26	7,00	3,33	166,17	12,59	178,76	7,04	62	26	12	
MT4 0-5	A	4,23	49,6	18,12	2,37	14,00	6,67	130,38	23,04	153,42	15,02	64	22	14	
MT4 5-15	A/B+	4,01	36,74	10,56	1,68	5,67	2,67	122,81	10,02	132,83	7,54	58	14	28	
MT5 0-8	A	4,97	72,70	20,16	4,46	55,00	21,33	66,88	80,79	147,67	54,71	58	20	22	
MT5 8-40+	Bw	4,31	44,02	17,04	2,17	20,00	9,00	113,82	31,17	144,99	21,50	44	16	40	

Em que: M = Mata, T = Trincheira, o primeiro índice numérico indica a ordem de amostragem da trincheira e o segundo e terceiro índice numérico separado por hífen, indica a profundidade amostrada.

Quanto à textura dos perfis observados, apesar de terem textura argilosa, predominantemente, as camadas apresentaram plasticidade e pegajosidade variadas, sugerindo diferenças no teor de argila desses horizontes. Nas trincheiras MT1 e MT2 o Bw foi classificado como argiloso, que os horizontes subseqüentes, nas trincheiras MT3, MT4 e MT5, o horizonte A foi o que apresentou a maior plasticidade e pegajosidade, esses dados são confirmados pelos teores de argila dispersa em solução de NaOH determinadas em laboratório (Tabela 18).

### 4.6.2 Mata ciliar a jusante da área de lavoura em SPD

## **4.6.2.1.** Atividades de <sup>137</sup>Cs

Na Tabela 19 são apresentados os valores de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) das duas trincheiras amostras dentro da mata ciliar na área de SPD.

Tabela 19 - Valores de atividade de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup>) com suas respectivas médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) em duas trincheiras abertas dentro da mata na área de SPD

Ponto	Profundidade	MT1	MT2
	(cm)	Bq	m <sup>-2</sup>
1	0-5	23,7	27,7
2	5-10	28,6	30,2
3	10-15	51,6	18,4
4	15-20	78,5	15,7
5	20-25	113,2	16,3
6	25-30	42,0	20,3
7	30-35	13,9	43,5
8	35-40	6,6	34,9
9	40-45	3,4	25,6
10	45-50	2,3	53,9
11	50-55	0,4	51,1
12	55-60		81,9
13	60-65		29,6
14	65-70		1,8
15	70-75		6,5
16	75-80		4,2
17	80-85		3,4
18	85-90		1,3
19	90-95		1,8
20	95-100		-0,8
média		50,2	34,5
DP		34,9	18,9
CV		69,6	54,7

A análise detalhada dos inventários de <sup>137</sup>Cs em Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup> nas trincheiras abertas dentro da mata ciliar é apresentada na Figura 17.

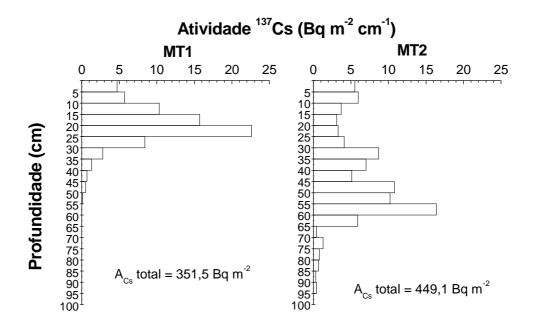


Figura 17 - Inventário de <sup>137</sup>Cs (Bq m<sup>-2</sup> cm<sup>-1</sup>) nas duas trincheiras analisadas na mata ciliar para a área de SPD

De acordo com a análise das duas trincheiras abertas dentro da mata ciliar (Tabela 19 e Figura 17), verifica-se que na MT1 que está a 4 metros do início da mata, há um aumento gradativo da atividade do <sup>137</sup>Cs até a profundidade de 20 a 25 cm decrescendo nas camadas mais profundas até não apresentar atividade de <sup>137</sup>Cs na ultima camada analisada (50-55 cm). A segunda trincheira analisada MT2, que está a 14 metros do início da mata, a atividade do <sup>137</sup>Cs não seguiu o mesmo padrão da MT1, nesta trincheira há variações de atividade do <sup>137</sup>Cs de forma irregular apresentando um pico de <sup>137</sup>Cs na profundidade de 30-35 cm, outro pico um pouco maior na profundidade de 40-45 cm e um pico mais pronunciado na camada de 55 a 60 cm, decrescendo nas próximas camadas até não apresentar atividade de <sup>137</sup>Cs na última camada (95-100 cm). Essas variações de atividade de <sup>137</sup>Cs estão ligadas as diferentes dinâmicas de deposição de sedimentos ocorridas na área onde se encontram as trincheiras. Segundo Santos, (2007), essas observações evidenciam que a retenção de sedimentos pela mata ciliar torna-se mais eficiente à medida que se aumenta a largura da mata, reforçada pelo fato de que a MT1 encontra-se em um local de declive bastante acentuado (14,7%), essa situação aliada à baixa qualidade da cobertura vegetal é menos favorável a deposição de sedimentos. A segunda trincheira (MT2) em declive menos acentuado (12,3%) encontra-se

em posição mais favorável a deposição de sedimentos. O total de atividade de <sup>137</sup>Cs na MT1 foi de 351,5 Bq m<sup>-2</sup>, a MT2 apresentou um total de atividade de <sup>137</sup>Cs de 449,1 Bq m<sup>-2</sup> (Figura 17).

#### 4.6.2.2 Caracterização físico-química e morfológica

Na Tabela 20 são apresentadas as análises de textura e fertilidade do solo das trincheiras para cada camada diferençável morfologicamente. As descrições morfológicas das trincheiras abertas dentro da área de mata ciliar estão apresentadas no Anexo A.

Na área de mata ciliar foram feitas observações morfológicas de duas trincheiras (MT1 e MT2) localizadas respectivamente, a 4 e 14 m do início da mata ciliar, sendo evidenciado a deposição de sedimentos nos dois locais. Não foi possível a descrição morfológica de uma terceira trincheira (MT3) aberta a 21 metros do início da mata ciliar, devido ao afloramento do lençol freático, porém observando-se a área, foi possível constatar que uma camada de sedimentos se estendia por toda a largura da mata, atingindo parte da área da vereda à jusante.

Na primeira trincheira (MT1) observou-se a ocorrência de uma camada de sedimentos com espessura de 12 cm. Essa camada apresenta cor mais clara que o horizonte A e a estrutura granular muito pequena, sem a formação de torrão. O horizonte A caracteriza-se pela estrutura em blocos subangulares, pequena com a formação de macroestrutura firme, o horizonte B com 13 cm de espessura foi diagnosticado como horizonte B incipiente, principalmente pela presença de saprólitos de rocha, sendo identificado ainda um horizonte C, composto de alterita de rocha, abaixo desse horizonte foi possível observar a presença da rocha mãe inalterada. Na segunda trincheira (MT2), foi possível observar a ocorrência de duas camadas de sedimentos com espessura de 5 cm cada, distintas entre sim pelo fato da segunda camada apresentar estrutura granular mais desenvolvida e uma pequena diferença de cor enquanto seca. Nessa trincheira o horizonte A apresenta as mesmas características do que na primeira trincheira, apenas com a estrutura um pouco maior e o horizonte Bi apresenta textura mais fina, nessa trincheira também foi diagnosticada a presença do horizonte C e da rocha mãe.

Tabela 20 - Caracterização química e granulométrica das amostras coletadas nas trincheiras localizadas na área de mata ciliar – (Área de SPD)

Identificação	Horizonte	pН	M.O	P	K	Ca	Mg	H +Al	SB	T	CTC	Te	extura (°	%)
		CaCl <sup>2</sup>	g dm <sup>-3</sup>	$mg_3 dm^-$			mm	ol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		_	%	Argila	Silte	Areia
MT1 0-12	Sed	5,68	69,75	32,16	5,98	81,33	15,00	38,66	102,31	140,97	72,57	52	20	28
MT1 12-22	A	5,57	61,07	31,08	4,52	78,00	13,33	42,51	95,85	138,36	69,27	50	24	26
MT1 22-35	Bi	5,67	22,63	4,32	3,36	40,00	12,67	29,94	56,02	85,96	65,17	38	8	54
MT1 35-40	C	5,76	18,91	1,92	3,44	25,00	8,67	25,73	37,11	62,84	59,05	38	8	54
MT2 0-5	Sed	6,45	89,75	45,96	10,41	121,00	19,33	20,91	150,74	171,66	87,82	52	20	28
MT2 5-10	Sed	6,29	69,60	22,92	8,87	93,33	15,67	23,90	117,87	141,77	83,14	56	18	26
MT2 10-25	A	5,89	58,59	20,88	6,44	59,00	16,33	33,73	81,78	115,51	70,80	56	16	28
MT2 25-42	Bi	5,54	52,70	10,32	9,25	62,33	14,33	40,33	85,92	126,25	68,05	50	14	36
MT2 42-75	C	5,62	21,24	1,44	9,75	37,33	8,33	27,72	55,42	83,13	66,66	56	16	28

Em que: = Mata, T = Trincheira, o primeiro índice numérico indica a ordem de amostragem da trincheira e o segundo e terceiro índice numérico separado por hífen, indica a profundidade amostrada.

## 4.6.3 Mata ciliar a jusante da pastagem

# 4.6.3.1 Caracterização físico-química e morfológica

Nesta área como foram demarcadas duas transeções paralelas, duas trincheiras foram abertas na parte intermediária entre as duas transeções na área de pastagem e outras duas trincheiras foram abertas no início da mata ciliar de cada transeção. As descrições morfológicas completas das trincheiras observadas na pastagem e na mata ciliar são apresentadas no Anexo A e as análises de fertilidade e textura do solo de cada camada diferençável morfologicamente, são apresentadas na Tabela 21.

Os dados contidos na Tabela 21 e no Anexo A revelam que houve retenção de sedimentos já na entrada da mata ciliar das duas trincheiras, em virtude da quantidade de camadas apresentadas. Na primeira trincheira observada (PT1), no terço superior entre as duas transeções, foi possível visualizar quatro camadas distintas com espessuras de 15, 18, 24 cm e Bw (horizonte B latossólico) profundo, distintos entre si, não apresentando sedimentação; na PT2, no terço médio (já nos pontos de coleta da transeção), foram observadas três camadas distintas com espessura 23, 27 cm (com a presença de um horizonte Bi (B incipiente) na camada de 23 a 50 cm e um C profundo (com grande presença de fragmentos de rocha ao longo de toda a área). Nas demais trincheiras PT3 (início da mata ciliar na transeção 1) e PT4 (início da mata na transeção 2), notam-se a presença de grandes quantidades de sedimentos ao longo de todo o perfil do solo, apresentando diversas camadas de difícil descrição.

A descrição morfológica das trincheiras classificou as camadas superficiais principalmente com base na observação de cor e na caracterização da estrutura. A PT1 apresenta uma camada superficial de cor clara e matiz vermelha muito intensa, porém a cor do perfil quando úmido é bastante homogêneo; a estrutura apresenta se granular muito pequena, grau moderado. A PT2 apresenta uma camada superficial de cor clara e matiz vermelho pouco intenso, porém a cor do perfil quando úmido é bastante homogêneo; a estrutura apresenta-se granular pequena, grau fraco. O horizonte Bw da PT1 é caracterizado por estrutura granular muito pequena de grau forte, na PT2 há um Bi de estrutura granular pequena e macia de grau fraco.

Tabela 21 - Caracterização química e granulométrica das amostras coletada nas trincheiras alocadas na área de mata ciliar e nas duas trincheiras na área agrícola - Transeção 1 e 2 (Pastagem)

Camadas	Horizont	pН	M,O,	P	K	Ca	Mg	H +Al	SB	CTC	V	7		 I
2 33		CaCl <sup>2</sup>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			_	ol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%	Argila	Silte	Areia
PT1: 170 0-15	Ap	5,1	42,00	0,6	1,70	40,00	11,00	39,00	53,00	92,00	57,50	35	19	46
PT1: 170 15-33	AB	5,1	22,00	0,3	2,05	31,00	7,00	28,00	40,00	68,00	58,90	36	18	46
PT1: 170 33-57	BA	5,2	18,00	0,3	1,46	29,00	7,00	21,00	37,00	58,00	64,10	38	16	46
PT1: 170 57+	Bw	5,5	8,00	0,3	1,44	15,00	4,00	15,00	20,00	35,00	57,70	42	14	44
PT2: 60 0-23	A	5,5	37,00	0,3	1,69	61,00	12,00	28,00	75,00	103,00	72,70	32	19	49
PT2: 60 23-50	Bi	5,5	10,00	0,3	1,44	41,00	9,00	19,10	51,00	71,00	72,90	32	24	44
PT2: 60 50+	С	5,5	6,00	0,3	1,44	34,00	10,00	15,00	45,00	60,00	75,20	27	20	53
PT3: 20 0-10	C1	5,6	31,00	0,8	2,56	55,00	23,00	19,00	81,00	100,00	80,90	39	17	44
PT3: 20 10-32	C2	5,6	34,00	0,3	2,95	57,00	24,00	19,00	84,00	103,00	81,50	33	21	46
PT3: 20 32-58	C3	5,6	19,00	0,3	3,41	42,00	15,00	19,00	60,00	79,00	76,10	36	17	47
PT3: 20 58-94	C4	5,6	15,00	0,3	3,41	34,00	13,00	19,00	50,00	69,00	72,60	42	20	38
PT3: 20 94+	C5	5,6	8,00	0,3	2,56	20,00	15,00	19,00	38,00	57,00	66,40	42	25	33
PT4: 20 0-5	C1	5,5	38,00	0,3	5,77	50,00	21,00	25,00	77,00	102,00	75,40	32	22	46
PT4: 20 5-20	C2	5,5	35,00	0,6	3,46	56,00	21,00	23,00	80,00	103,00	77,80	33	23	44
PT4: 20 20-38	C3	5,5	15,00	0,3	1,90	33,00	12,00	23,00	47,00	70,00	67,10	33	20	47
PT4: 20 38-50	C4	5,5	13,00	0,3	1,74	38,00	13,00	21,00	53,00	74,00	71,50	38	18	44
PT4: 20 50+	С	5,5	12,00	0,3	1,62	32,00	12,00	21,00	46,00	67,00	68,50	38	24	38

Em que: P = Pastagem, T = Trincheira, o primeiro índice numérico indica a ordem de amostragem das trincheiras; o segundo índice numérico indica a distância entre a trincheira amostrada e o curso d'água e o terceiro e quarto índice numérico separado por hífen, indica a profundidade amostrada; C1, C2, C3, C4, C5 = Camadas, C = horizonte C.

Nas trincheiras PT3 e PT4, foi identificada a ocorrência de várias camadas de cores claras e matiz vermelha pouco intensa, porém a cor do perfil quando úmido é bastante homogêneo, apresentando estrutura em blocos subangulares pequena a média de grau moderado.

Quanto à textura dos perfis observados, a trincheira PT1 em todo o perfil foi caracterizada como argilosa, plástica e pegajosa; a PT2 apresenta na camada superficial argilosa, plástica e pegajosa, na camada intermediaria franco-argilo-siltosa, plástica e ligeiramente pegajosa, na última camada observada há uma textura siltosa, não plástica e não pegajosa; nas trincheiras PT3 e PT4 apresentam nas camadas superiores franco-argilo-arenosa, plástica e pegajosa, na última camada franco-argilo-siltosa, plástica e ligeiramente pegajosa.

# 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos pelas técnicas do <sup>137</sup>Cs e EUPS mostram-se discrepantes em relação à estimativa das taxas de erosão devido às limitações existentes em cada método.

O método do <sup>137</sup>Cs é sensível à erosão e deposição de sedimentos gerados por diferentes processos. Os inventários obtidos nas transeções de estudo indicaram a ocorrência de deposição de sedimentos em diversos pontos das mesmas. Esse fato dificulta a comparação entre método do <sup>137</sup>Cs com a EUPS. Os resultados dos inventários do <sup>137</sup>Cs nas transeções de estudo dão indicação da sensibilidade do método à redistribuição de solo devido a diferentes processos além do processo erosivo;

A variabilidade observada nos inventários de <sup>137</sup>Cs obtidos nas transeções indica que o número de pontos de amostragem em cada transeção deveria ter sido maior para uma melhor estimativa do valor médio. O modelo proporcional (WALLING; HE, 1997) usado na estimativa dos ganhos e perdas de solo em cada ponto de amostragem nas transeções de estudo apresenta limitações quando aplicado em solos cultivados por não considerar a diluição e o transporte do solo devido ao cultivo, resultando em uma subestimativa das taxas de erosão.

Comparações válidas entre a EUPS e a técnica do <sup>137</sup>Cs só podem ser realizadas se os valores dos parâmetros que compõe a EUPS forem confiáveis ou se as taxas de erosão do local sejam conhecidas.

A EUPS pode subestemiar ou superestimar as taxas de erosão devido ao estabelecimento de transeções de amostragem em vertentes que não representem de maneira adequada o processo erosivo no local além de não contabilizar as taxas de deposição de sedimentos.

Os parâmetros da EUPS expressam a ação dos principais fatores que influem na erosão hídrica, porém ela é uma equação empírica, sendo necessário que os valores desses parâmetros sejam determinados para as condições locais, devido a isso, os valores desses parâmetros aplicados para as transeções deste trabalho não podem ser considerados confiáveis.

Os diferentes sistemas de manejo do solo provocaram alterações nas propriedades físicas e químicas dos solos estudados quando comparados com a mata ciliar, destacando-se a menor resistência à penetração sob sistema de plantio convencional (SPC) no Latossolo Vermelho distrófico e maior nos Cambissolos Háplicos eutróficos, tanto sob sistema de

plantio direto (SPD) quanto na pastagem; diminuição na agregação dos solos sob SPC e SPD e aumento sob pastagem; diminuição nos teores de matéria orgânica e cálcio sob SPC, SPD e pastagem.

As matas ciliares, à jusante das áreas cultivadas sob SPD e pastagem, devido à largura inadequada e a maior declividade, não foram capazes de reter satisfatoriamente os sedimentos. Na área de SPC, a mata ciliar, devido a sua maior largura e a menor declividade foi capaz de reter os sedimentos trazidos da área agrícola a sua montante.

A área agrícola na transeção cultivada com soja em SPD e a área de pastagem apresentaram as menores perdas efetivas de solo quando comparadas à área agrícola na transeção cultivada com algodão em SPC. No entanto, esses resultados podem ter sido camuflados pelo processo de deposição de sedimentos ocorrente na área agrícola e na pastagem nos três locais de estudo, não sendo conclusivos quanto às diferenças de perdas de solo entre os três sistemas de manejo do solo.

Para uma efetiva eficiência das faixas de matas ciliares na retenção dos sedimentos gerados na área agrícola e na pastagem, quando em mesma situação edafoclimática, dependem do comprimento e declividade da vertente, da qualidade e da largura da mata ciliar. No entanto, a sedimentação excessiva nessas áreas pode provocar impactos negativos para a sustentabilidade desse ecossistema, sendo necessário o emprego de medidas conservacionistas em toda a bacia hidrográfica a fim de se reduzir as quantidades de sedimentos que atingem zonas ripárias e de estudos que avaliem a tolerância desse ecossistema à deposição dos sedimentos em diferentes situações de paisagem, gerando subsídios para o estabelecimento de larguras ótimas de matas ciliares.

## **CONCLUSÕES**

- 1 Os resultados obtidos através da técnica do <sup>137</sup>Cs e da EUPS mostraram-se discrepantes em relação às taxas de erosão estimadas, que estão associados às diferentes limitações e características dos dois métodos, porém mostraram-se capazes em predizer as taxas de erosão e deposição de sedimentos nas vertentes estudadas;
- As matas ciliares receberam grandes quantidades de sedimentos provenientes das áreas de lavoura em SPC e SPD e pastagem, sendo que a mata ciliar a jusante da área de SPC foi a única a apresentar melhor eficiência na retenção dos sedimentos trazidos da área agrícola;
- 3 Os sistemas de manejo do solo estudados (SPC, SPD e pastagem) causaram modificações nos parâmetros físicos e químicos do solo quando comparados a mata ciliar localizada a jusante das áreas de estudo.

#### REFERÊNCIAS

- ACEG ATLAS CLIMATOLÓGICO DO ESTADO DE GOIÁS. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2002. 100p.
- ALBALADEJO MONTORO, J.; STOCKING, M. A. Comparative evaluation of two models in predicting storm soil loss from erosion plots in semi-arid Spain. **Catena**, Amsterdam, v.16, p.227-236, 1989.
- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOL, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.717-723, 2001.
- ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MAFRA, A. L.; FONTANA, E. C. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 5, p. 799-806, 2003.
- ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeito de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.711-721, 2000.
- ALCÂNTARA, F. A.; NETO, A. E. F.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.277-288, 2000.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.319-326, 1996.
- ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, 2001.
- ALEGRE, J. C. Tillage systems and soil properties in Latin America. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.20, p.147-163, 1991.
- AMADO, T. J. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa do manejo do resíduo cultural de soja na redução das perdas de solo por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.251-257, 1989.
- ANDRELLO, A. C.; APPOLONI, C. R.; PARREIRA, P. S.; GUIMARAES, M. F. A preliminary survey of soil erosion in a small basin in the Paraná State by using <sup>137</sup>Cs methodology. **Radiation Physics and Chemistry**, Amsterdam, v.61, p.635-636, 2001.
- ANDRELLO, A. C.; APPOLONI, C. R.; GUIMARAES, M. F. Uso do Césio-137 para avaliar taxas de erosão em cultura de soja, café e pastagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27 n.2, p.223-229, 2003.
- ANDRELLO, A. C.; APPOLONI, C. R. Spatial variability and Cesium-137 inventories in native forest. **Brazilian Journal of Physics**, São Paulo, v.34, p.800-803, 2004.

- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: SSSA, 1996. p.123-141. (Special Publication, 49).
- BACCHI, O. O. S.; REICHARDT, K.; SPAROVEK, G.; RANIERI, S. B. L. Soil erosion e valuation in a small watershed in Brazil through 137Cs fallout redistribution analysis and conventional models. **Acta Geológica Hispânica**, Barcelona, v.35, n.3-4, p.251-259, 2000.
- BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. Plantio direto. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.301-352.
- BAUDRY, J. Buffer zones and farming systems. In: HAYCOCK, N. E.; BURT, T. P.; GOULDING, K. W. T.; PINAY, G. (Ed.). **Buffer zones**: their processes and potential in water protection. Hertfordshire: Quest environmental, 1997. p.275-282.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. Soil physics. 4. ed. New York: John Wiley, 1972. 529p.
- BERTOL, I. Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo. 1995. 185 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para as culturas de soja e trigo em três sistemas de preparo em um cambissolo húmico alumínico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.451-461, 2001.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. **Metodologia para a determinação de perdas por erosão**. Campinas: Instituto Agronômico, 1975. 14p. (Circular, 44).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 57p. (Circular, 20).
- BLAKE, G. R. Bulk density. In: BLACK, C. A. **Methods of soil analysis**; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison: ASA, 1965. pt.1, p.374-390.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades do solo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.
- CARVALHO, M. A. C. Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS. 2000. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Faculdade de

- Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2000.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PADANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistema de plantio, rotações de culturas e método de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, n.3, p.527-538, 1998.
- CAVALCANTI, G. G.; LOCKABY, B. G. Effects of sediment deposition on aboveground net primary productivity, vegetation composition, end structure in riparian forests. **Wetlands**, Washington, DC., v.26, n.2, p.400-409, 2006.
- CFSEMG COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para uso de corretivos e fertilidade em Minas gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359p.
- CFSG COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DE GOIÁS. **Recomendação de corretivos e fertilidade para Goiás**. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Informativo Técnico, 1).
- COGO, N. P. Effect of residue cover, tillage induced roughness and slope length on erosion and related parameter. 1981. 346 f. Thesis (Doctoral) Purdue University, West Lafayette, 1981.
- CORRÊA, J. C. Características físicas de um latossolo Amarelo muito argiloso (Typic Acrorthox) do Estado do Amazonas, sob diferentes métodos de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, p.1381-1387, 1985.
- CORRECHEL, V. Avaliação de índices de erodibilidade do solo através da técnica da análise da redistribuição do "fallout" do <sup>137</sup>Cs. 2003. 99 p. Tese (Doutorado em Ciências) Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- CORRECHEL, V.; BACCHI, O. O. S.; DE MARIA, I. C.; DECHEN, S. C. F.; REICHARDT, K. Erosion rates evaluated by the <sup>137</sup>Cs technique and direct measurements on long-term runoff plots under tropical conditions. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.86, p.199-208, 2006.
- CORRECHEL, V.; BACCHI, O. O. S.; De MARIA, I. C.; REICHARDT, K. Random and systematic spatial variability of <sup>137</sup>Cs inventories at reference sites in the South-Central region of Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, p.173-178, 2005.
- CORREIA, L. A.; CRUZ, J. C. Plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.147, p.46-52, 1987.
- CORRELL, D. L. Buffer zones and water quality protection: general principles. In: HAYCOCK, N. E.; BURT, T. P.; GOUDING, K. W. T.; PINAY, G. (Ed.). **Buffer zones: their processes and potential in water protection**. Hertfordshire: Quest Environmental, 1997. p.7-20.

- CORSINI, P. C.; FERRAUDO, A. S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.289-298, 1999.
- CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho, sistema plantio direto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7p. (Comunicado Técnico, 51).
- CURCIO, G. R. Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil. 488p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- DEDECK, R. A.; RESK, D. V. S.; FREITAS JUNIOR, E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em latossolo vermelho-escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.265-272, 1986.
- DENARDIN, J.E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 113p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.
- DOUGLAS, I. Sediment transfer and siltation. **The earth as transformed by human action**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. p.215-234.
- EGUCHI, E. S.; SILVA, E. L.; OLIVEIRA, M. S. Variabilidade espacial da textura e da densidade de partículas em um solo aluvial no Município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.242-246, 2002.
- ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo de solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.259-267, 1989.
- EMBRAPA. **Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos**. Brasília: SPI, 1995. 101p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Manual de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001. 296p.
- FEBRAPDP Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. **Área de plantio direto no Brasil**. Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <a href="http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html">http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html</a>>. Acesso em: 04 mar. 2009.
- FERNANDEZ, G. A. V. Determinação de seqüências culturais em microbacia para caracterização do fator C da EUPS, utilizando fotografia aérea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. v.1.
- FERREIRA, A. C. B.; CARVALHO, M. C. S.; BARBOSA, K. A.; LEANDRO, W. M. Calibração dos teores de potássio no solo e na folha do algodoeiro no Cerrado de Goiás. In:

- CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 1. CD-ROM.
- FERREIRA. G. B.; CARVALHO, M. C. S. Adubação do algodoeiro no Cerrado: com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 71p. (Documentos, 138).
- FERREIRA, M. M. Física do solo. Lavras: Universidade de Lavras, FAEPE, 1993. 63p.
- FIGUEIREDO, C.C.; SANTOS, G. G.; PEREIRA, S.; NASCIMENTO, J. L.; JÚNIOR, J. A. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.2, p.146–151, 2009.
- FILIPPE, J. Avaliação da largura ideal de florestas ribeirinhas considerando modelagem matemática, estimativa de erosão por <sup>137</sup>Cs e aspectos ecológicos. 2006. 144p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- FOSTER, G. R.; WISCHMEIER, W. H. Evaluating irregular slopes for soil loss prediction. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.17, n.1, p.305-309, 1974.
- FOSTER, G. R.; McCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.36, n.6, p.355-359, 1981.
- FREIRE, O.; PESSOTI, J. E. S. Erodibilidade dos solos de Piracicaba. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v.51, p.195-202, 1976.
- GROHMANN, F. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.21, p.319-28. 1960.
- GUIMARAES, M. F. <sup>137</sup>Cs da precipitação radioativa do (fallout) no estudo da erosão e sedimentação do solo. 1998. 150p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial de atributos de um Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa da região do cerrado, submetido ao plantio direto e ao plantio convencional. 2000. 200p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- HANDL, J. Transfer of some Chernobyl fallout nuclides in the animal-product food chain. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL DE RADIOECOLOGIE DE CADARACHE, 4., 1998, Cadarache. **Impacts des accidents d'origine nucleaire sur l'environment**. Bilthoven: International Union of Radioecologists, 1988. T.2, p.92-97.
- HANDL, J.; SACHSE, R.; JAKOB, D.; MICHEL, R.; EVANGELISTA, H.; GONÇALVES, A. C.; FREITAS, A. C. Accumulation of <sup>137</sup>Cs in Brazilian soils and its transfer to plants

under different climatic conditions. **Journal of Environmental Radioactivity**, Oxford, v.99, p.271-287, 2008.

HILL, R. L. Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.54, p.161-166, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário - **2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1992. v.52.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal – 2004**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**: Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. Madison: ASA, 1965. Pt.1, p.499-510.

KIEL, E. J. Manual de edafologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A.; ZECH, W. Fate of pesticide in tropical soils of Brazil under field conditions. Organic componds in the environment. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.3, p.256-268, 2002.

LAL, R.; STEWART, B. A. Soil degradation: a global threat. **Advances in Soil Science**, New York, v.11, p.129-172, 1990.

LAL, K. R.; VLEESCHAUWER, D.; NGANJE, R. M. Changes in properties of a newly cleared tropical alfisol as affected by mulching. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, n.4, p.827-833, 1980.

LANGE, A. Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema plantio direto no cerrado. 2002. 148p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

LARSON, W. E.; GILL, W. R. Soil physical parameters for designing new tillage systems. In: NATIONAL CONFERENCE ON CONSERVATION TILLAGE, 1973, Ankeny. **Proceedings...** Ankeny: SCSA, 1973. p.13-22.

LARSON, W. E.; LINDSTROM, M. J.; SCHUMACHER, T. E. The role of severe storms in soil erosion: A problem needing consideration. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.52, n.2, p.90–95, 1997.

LIMA, P. M. de P. Índices de erodibilidade diretos e indiretos para dois latossolos do município de Lavras - Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.2, p.186-193, 1991.

- LINDSTROM, M. J.; NELSON, W. W.; SCHUMACHER, T. E.; LEMME, G. D. Soil movement by tillage as affected by slope. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.17, p.255-264, 1990.
- LLANO, F. L. C. Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. 2. ed. Madrid: Mundi-Presna, 1998.
- LIMA, J. M.; CURI, N.; RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.14, n.1, p.85-90, 1990.
- LIMA, J. E. F. W.; CARVALHO, N. O.; SANTOS, P. M. C.; SILVA, E. M. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia Araguaia-Tocantins**. Brasília: Embrapa Cerrados; ANEEL; ANA, 2003.
- 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: SYMPOSIUM ON SEDIMENT BUDGETS, 2005, Foz do Iguaçu, Brasil. **Proceedings...** Wallingford: International Association of Hydrological Sciences, 2005. (IAHS Publication, 291).
- LOMBARDI NETO, F.; De MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; DECHEN, S. C. F.; VIEIRA, S. R. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.1, p.71-75, 1988.
- LOPES, A. S.; WIETHOLTER, S.; GUIMARÃES, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto:** bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: ANDA, 2004. 215p.
- LOWRANCE, R.; ALTIER, L. S.; NEWBOLD, J. D.; SCHANABEL, R. R.; GROFFMAN, P. M.; DENVER, J. M.; CORREL, D. L.; GILLIAM, J. W.; ROBINSON, J. L.; BRONSFIELD, R. B.; STAVER, K. W.; LUCAS, W.; TODD, A. H. Water quality functions of riparian buffers in Chesapeak Bay watersheds. **Environmental Management**, New York, v.21, p.687-712, 1997.
- LUCHESE, A. V.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; LUCHESE, E. B.; BRACCINI, M. C. L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1949-1952, 2004.
- MAGALHÃES, R. T.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, I. P. Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do sistema Barreirão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.31, p.7-13, 2001.
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1987. 496p.
- MANTOVANI, W. Conceituação e fatores condicionantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.11-19.
- MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 143p.

- MARGOLIS, E.; SILVA, A. B. da; JACQUES, F. de O. Determinação dos fatores da Equação Universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.9, p.165-169, 1985.
- MATA, C. L.; JÚNIOR, O. A. C.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F. Avaliação multitemporal da susceptibilidade erosiva na bacia do Rio Urucaia (MG) por meio da equação universal de perdas de solos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v.8, n.2, p.57-71, 2007.
- MEDEIROS, J. C.; MIELNICZUK, J. PEDO, F. Sistemas de culturas adaptadas a produtividade, recuperação e conservação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.199-204, 1987.
- MEDINA, B. F. Influência de dois métodos de preparo de área na compactação de um Latossolo Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.67-71, 1985.
- MELLO, E. L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A. L. V.; CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de um Nitossolo Háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, p.901-909, 2003.
- MENK, P. C. M. Avaliação econômica do controle da erosão na microbacia do Ribeirão Iperó, em Araçoiaba da Serra, Estado de São Paulo. 1993. 181p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.
- MORAES, N. R. Critérios de interpretação da qualidade do solo para a cotonicultura no Cerrado Goiano. 2008. 82p. Dissertação (Mestrado) Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiânia, Goiânia, 2008.
- NESMITH, D. S. Soil compaction in double cropped wheat and soybean on Ultissol. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, p.183-186, 1987.
- NISBET, T. R. The role of forest management in controlling diffuse pollution in UK Forestry. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.143, p.215-226, 2001.
- OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S.; CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.2, p.291-299, 2003.
- OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; MELO. C. R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.265–270, 2007.
- OLIVEIRA, C. A. Atributos físicos, químicos e morfológicos de solos do Cerrado sob diferentes tipos de usos e manejos. 2009. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- PAULA LIMA, W. de. Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, Campinas, 1998. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1998. p.25-42.

- PAULETO, E. A.; GOMES, A. S.; NACHTIGALL, G. R. Produtividade do arroz irrigado em sistemas de cultivo contínuo e em rotação com soja e milho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18, 1989. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p.150-160.
- PEDROTTI, A.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; SILVA, M. L. N.; LIMA, J. M.; CARVALHO, R. Relação entre atributos físicos, mineralogia da fração argila e formas de alumínio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1-9, 2003.
- PIDGEON, J. D.; SOANE, B. D. Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long-term barley mono-culture system. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.88, p.431-442, 1977.
- PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. **Science**, Washington, v.267, p.1117-1123, 1995.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Potafos, 1984. 160p.
- PIRES, L. F.; BACCHI, O. O. S.; CORRECHEL, V.; REICHARDT, K.; FILIPPE, J. Riparian forest potential to retain sediment and carbon evaluated by the <sup>137</sup>Cs fallout and carbon isotopic ratio techniques. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.81, n.2, p.271-279, 2009.
- RENARD, K. G.; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; PORTER, J. P. RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.46, p.30-33, 1991.
- RITCHIE, J. C.; SPRABERRY, J. A.; MCHENRY, J. R. Estimating soil erosion from the redistribution of fallout of <sup>137</sup>Cs. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.38, p.137-139, 1974.
- RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo; FAPESP, 2000. 320p.
- ROSOLEM, C. A.; FERNANDEZ, E. M.; ANDREOTTI, M.; CRUSCIOL, C. A. C. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.34, n.5, p.821-828, 1999.
- ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v.1, n.3, p.4, 1983.
- RUIZ, H. A. **Métodos de análise física do solo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 22p.
- SÁ, J. C. de M. **Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96p.

- SALVADOR, J. L. G. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **IPEF**, Piracicaba, v.33, p.73-78, 1986.
- SANTOS, D. S. Redistribuição e qualidade de solos e sedimentos agrícolas em vertentes com mata ciliar: Estudo de caso em Goiatuba (GO), Brasil. 2007. 103p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- SCOPEL, I.; PEIXINHO, D. M.; SOUSA, M. S. (Coord.). A formação de areais e seu controle na região de Jataí e Serranópolis/GO. Brasília: CNPq, 2005. (Relatório final do Projeto de Pesquisa).
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo de solo no eu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.249-24, 1985.
- SIDRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo Distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.103-106, 1983.
- SILVA, A. P. da.; GOMES, A. R.; BERGAMIN, E. M.; CIDIN, A. C. M.; SAMPAIO, F. A. R.; ABREU, S. L.; STAUT, L. A. Avaliação química de solos submetidos ao cultivo de soja no sistema plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá: Universidade Federal de Cuiabá, 2002. 1 CD-ROM.
- SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEAUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M. Relação entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro em Goiânia (GO). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.131-137, 1997.
- SILVA JÚNIOR, M. C.; NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, J. M. Flora lenhosa das matas de galeria no Brasil Central. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.5, p.57-76, 1998.
- SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416p.
- SPAROVEK, G.; BACCHI, O. O. S.; SCHNUG, E.; RANIERI, S. B. L.; De MARIA, I. C. Comparison of three water erosion prediction methods (<sup>137</sup>Cs, WEPP, USLE) in the southeast Brazilian sugarcane production. **Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics**, Kassel, v.101, n.2, p.107-118, 2000.
- SPAROVEK, G.; RANIERI, S. B. L.; GASSNER, A.; De MARIA, I. C.; SCHNUG, E.; SANTOS, R. F.; JOUBERT, A. A conceptual framework for the definitions for the optimal width of riparian forests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.90, n.2, p.169-175, 2002.
- SPAROVEK, G.; BACCHI, O. O. S.; COOPER, M.; FILIPPE, J.; CORRECHEL, V.; JUHASZ, C. E. P. Sediment deposition in riparian ecosystems evaluated by different methods. In: SYMPOSIUM ON SEDIMENT BUDGETS, 2005, Foz do Iguaçu, Brasil.

- **Proceedings...** Wallingford: International Association of Hydrological Sciences, 2005. (IAHS Publication, 291).
- SPERA, S. T.; REATTO, A.; CORREIA, J. R.; CUNHA, T. J. F. Solos arenosos no Brasil: problemas, riscos e opções de uso. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.7, p.21-25, 1998.
- STOLF, R. A compactação do solo e perspectivas de subsolagem em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.8, p.283-308, 1987.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Penetrômetro de impacto IAA/PLANALSUCAR/Stolf: recomendação para seu uso. **STAB,** Piracicaba, v.1, n.3, p.18-23, 1983.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.395-401, 2001.
- SUTHERLAND, R. A. Caesium-137 soil sampling and inventory variability in reference locations: a literature survey. **Hydrological Processes**, Chichester, v.10, p.43-43, 1996.
- TISDALL, J. M.; OADES, L. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.33, p.141-163, 1982.
- TORMENA, C. A.; ROLOFF, C. A. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.333-339, 1996.
- TORMENA, C. A.; FRIEDRICH, R.; PINTO, J. C.; COSTA, A. C. S.; FIDALSKI, J. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num Latossolo Vermelho após anos sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.6, p.1023-1031, 2004.
- VIEIRA, M. J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FRANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. (Coord.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.163-179.
- WALLBRINK, P. J.; WALLING, D. E.; HE, Q. Radionuclide measurement using HPGe gamma spectrometry. In: ZAPATA, F. G. (Ed.). **Handbook for the assessment of soil erosion and sedimentation using environmental radionuclides**. Vienna: IAEA, 2002. p.67–96.
- WALLING, D. E.; HE, Q. Models for converting <sup>137</sup>Cs measurements to estimates of soil redistribution rates on cultivated and uncultivated soils. Exeter: University of Exeter, 1997. 29p. (IAEA Coordinated Research Programmes on Soil Erosion (D1.50.05) and Sedimentation (F3.10.01)).
- WALLING, D. E.; QUINE, T. A. Calibration of caesium-137 measurements to provide quantitative erosion rate data. **Land Degradation & Development**, New York, v.2, p.161-175, 1990.

- WALLING, D. E.; QUINE, T. A. Use of <sup>137</sup>Cs measurements to investigate soil erosion on arable fields in UK: potential applications and limitations. **Journal of Soil Science**, Oxford, n.42, p.147-165, 1991.
- WALLING, D. E.; QUINE, T. A. Use of caesium-137 as a tracer of erosion and sedimentation: Handbook for application of the caesium-137 technique. Exeter: UK Overseas Development Administration Research Scheme, Department of Geography, 1993. 196p.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, New Brunswick, v.37, p.29-37, 1934.
- WEILL, M. A. M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba-SP). I. estimativa das taxas de perdas de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.801-814, 2008.
- WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. W. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.26, n.5, p.189-193, 1971.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses** a guide to conservation planning. Washington: USDA, 1978. (Agricultural Handbook, 537).
- YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.28, p.337-351, 1936.
- ZIMMER, A.; SILVA, M. P.; MAURO, R. Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; PEDREIRA, C. G. S.; FARIA, V. P. **Inovações tecnológicas no manejo de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2002. cap.2, p.31-58.

**ANEXO** 

# Anexo A: Descrição morfológica completa dos perfis de solo estudados

Perfil 1 – MT1 - mata ciliar, área do algodão.

DATA: 16/07/2005

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVef

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na transeção locada dentro dos limites da floresta ripária, na microbacia do Córrego do Lajedo, na área cultivada com algodão (MT1),

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço superior da floresta ripária, com declive aproximado de 4,7%, coberto por serrapilheira

LITOLOGIA: Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do basalto

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO – Depósito de sedimentos

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada (Cerrado)

USO ATUAL – Remanescente de Savana Arborizada - Área de Preservação Permanente (APP)

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR – Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos

# DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

SEDIMENTOS 0 - 8 cm; vermelho (2,5YR 3/4, úmido); argilosa; moderada, granular,

muito pequena; muitos poros; solta, plástica e ligeiramente pegajosa;

transição abrupta e cerosidade ausente,

SEDIMENTOS 8 - 22 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/2, úmido); argiloso; moderada,

granular, muito pequena; muitos poros; muito friável, plástica e

ligeiramente pegajosa; transição abrupta e cerosidade ausente,

A 22 – 40 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/2, úmido); argilosa, forte,

granular, pequena; poros comuns; firme, plástica e ligeiramente pegajosa,

transição clara e cerosidade ausente,

Bw 40-100+cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/4, úmido); argilosa, moderada a

forte, blocos subangulares, médio; firme, plástico e muito pegajoso;

cerosidade pouco e comum,

RAÍZES – Ausência de raízes na primeira camada de sedimentos, poucas raízes finas e médias na segunda camada e no A enterrado, ausentes nos horizontes inferiores,

OBSERVAÇÕES – Visível a condição de sedimentos das duas primeiras camadas.

### Perfil 2 – MT2, mata ciliar, área do algodão

DATA: 16/07/2005

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVef

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na transeção locada dentro dos limites da floresta ripária, na microbacia hidrográfica do Córrego do Lajedo, na área cultivada com algodão (MT2)

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço médio da floresta ripária, com declive aproximado de 7,7%, coberto por serrapilheira

LITOLOGIA: Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do basalto

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Deposição de sedimentos

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada (Cerrado)

USO ATUAL – Remanescente de Savana Arborizada - Área de Preservação Permanente (APP)

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR – Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

SEDIMENTOS

0 - 11 cm; vermelho (2,5YR 3/6, úmido); argiloso; moderada, granular muito pequena; muitos poros; solta, pouco plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e cerosidade ausente,

A 11 - 26 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/4, úmido); argiloso; forte, granular, pequena; poros comuns; firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e cerosidade ausente,

A/B 26 – 44 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/2, úmido); argilosa; maciça; poros comuns; poucos mosqueados, médios e difusos; firme, plástica e pegajosa, transição clara e cerosidade ausente,

Bw 44 - 100 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/4, úmido); argilosa, maciça; poucos poros; firme, plástico e muito pegajoso; cerosidade ausente,

RAÍZES – Poucas raízes finas nos sedimentos, raízes médias a partir do horizonte A enterrado,

Observações – Primeira camada extremamente solta, pouca presença de materiais orgânicos, característicos de deposito de sedimentos.

### Perfil 3- MT3 - mata ciliar, área do algodão

DATA: 16/07/2005

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVef

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na transeção locada dentro dos limites da floresta ripária, na microbacia hidrográfica do Córrego do Lajeado, na área cultivada com algodão (MT3)

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço inferior da floresta ripária, com declive aproximado de 3,5%, coberto por serrapilheira

LITOLOGIA: Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do basalto

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Savana Arborizada (Cerrado)

USO ATUAL – Remanescente de Savana Arborizada - Área de Preservação Permanente (APP)

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR - Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0 - 15 cm; vermelho (2,5YR 3/4, úmido); argilosa; moderada, blocos subangulares, média; poros comuns; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e cerosidade ausente.

A/B 15 – 34 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/2, úmido); argilosa; moderada, granular, média; poros comuns; friável, plástica e ligeiramente pegajosa, transição clara e cerosidade ausente,

Bw 34 – 90 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/4, úmido); argilosa, maciça; poucos poros; firme, plástico e pegajoso; cerosidade ausente,

RAÍZES – Poucas raízes finas na camada de sedimentos e no horizonte A/B, raízes médias no horizonte Bw,

Observações – Afloramento do lençol freático a partir dos 90cm de profundidade.

### Perfil 4 – MT4 - mata ciliar, área do algodão

DATA: 16/07/2005

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVe

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na transeção locada dentro dos limites da floresta ripária, na microbacia hidrográfica do Córrego do lajeado na área cultivada com algodão (MT4)

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço inferior da floresta ripária, com declive aproximado de 3,5%, coberto por serrapilheira

LITOLOGIA: Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do basalto

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada (Cerrado)

USO ATUAL - Área de Preservação Permanente (APP) remanescente

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR – Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos,

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0 - 5 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/2, úmido); argilosa; moderada, blocos subangulares, média; poros comuns; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e cerosidade ausente,

A/B 5 – 15 cm; vermelho (2,5YR 3/4, úmido); argilosa; moderada, granular, média; poros comuns; friável, plástica e ligeiramente pegajosa, transição clara e cerosidade ausente,

BW 15 - 60+cm; vermelho (2,5YR 3/4, úmido); argilosa, maciça; poucos poros; firme, plástico e pegajoso; cerosidade ausente,

RAÍZES – Poucas raízes finas na camada de sedimentos e no horizonte II A, raízes médias no horizonte BW,

Observações – Afloramento do lençol freático a partir dos 60cm de profundidade.

### Perfil 5 – MT5 - mata ciliar, área do algodão

DATA: 16/07/2005

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVef

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na transeção locada dentro dos limites da floresta ripária, na microbacia hidrográfica do Córrego do Lageado, na área cultivada com algodão (MT5),

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço inferior da floresta ripária, com declive aproximado de 3,5%, coberto por serrapilheira,

LITOLOGIA: Basalto,

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do basalto

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada (Cerrado)

USO ATUAL – Remanescente de Savana Arborizada - Área de Preservação Permanente (APP)

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR – Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0 - 10 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/2, úmido); argilosa; moderada, blocos subangulares, média; poros comuns; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e cerosidade ausente,

Bw 10 – 40+ cm; vermelho (2,5YR 3/4, úmido); argilosa, maciça; poucos poros; firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade ausente,

RAÍZES – Poucas raízes finas no horizonte II A, raízes médias no horizonte II BW,

Observações – Afloramento do lençol freático a partir dos 45cm de profundidade.

## Perfil 6 – MT1 - mata ciliar, área da soja

DATA: 17/07/2005

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO To Eutrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXbe

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na transeção locada dentro dos limites da floresta ripária, na microbacia hidrográfica do Córrego da Ponte Nova, na área cultivada com soja (MT1),

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço superior da floresta ripária, com declive aproximado de 14,7%, coberto por serrapilheira

LITOLOGIA: Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do basalto

PEDREGOSIDADE – Presença de laterita

ROCHOSIDADE - Presença de rocha aos 40cm

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

**RELEVO REGIONAL - Suave ondulado** 

EROSÃO - Deposito de sedimentos, evidência de sulco de erosão dentro da área de mata ciliar, próximo a trincheira estudada

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada (Cerrado)

USO ATUAL – Remanescente de Savana Arborizada - Área de Preservação Permanente (APP) remanescente

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR – Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos,

# DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

SEDIMENTOS 0 - 12 cm; vermelho (10R 3/4, úmido); argiloso; moderada, granular, muito pequena; muitos poros; solta, plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e cerosidade ausente,

- A 12 22 cm; vermelho escuro (10R 3/2, úmido); argilosa, moderada, blocos subangulares, pequena; poros comuns; firme, ligeiramente plástica e pegajosa, transição clara e cerosidade ausente, presença de poucas concreções ferruginosas,
- Bi 22 -35 cm; vermelho escuro (10R 3/3, úmido); argilosa, moderada, blocos subangulares, médio; firme, plástico e muito pegajoso; cerosidade ausente, presença de concreções ferruginosas e de saprólitos de rocha,
- C 35 40 cm; rocha alterada.

RAÍZES – Poucas raízes finas e médias nos sedimentos recentes, raízes médias no horizonte B

OBSERVAÇÕES – Presença de rocha a partir dos 40 cm.

### Perfil 7 – MT2 - mata ciliar, área da soja

DATA: 17/07/2005

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO To Eutrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXbe

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na transeção locada dentro dos limites da floresta ripária, na microbacia hidrográfica do Córrego da Ponte Nova, na área cultivada com soja (MT2),

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço médio da floresta ripária, com declive aproximado de 12,3%, coberto por serrapilheira,

LITOLOGIA: Basalto

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto do intemperismo do basalto

PEDREGOSIDADE – Presença de laterita

ROCHOSIDADE – presença de rocha ao 75 cm

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

**RELEVO REGIONAL - Suave ondulado** 

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Área de Preservação Permanente (APP) remanescente

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR – Gerd Sparovek e Diléia Santana dos Santos

# DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

SEDIMENTOS 0 - 5 cm; vermelho (10R 3/4, úmido); argiloso; fraca, granular, muito pequena; solta, plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e cerosidade ausente,

SEDIMENTOS 5 - 10 cm; vermelho escuro (10R 3/4, úmido); argiloso; moderada, granular, pequena; muitos poros; muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e cerosidade ausente,

A 10 – 25 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/2, úmido); argiloso; moderada, blocos angulares, média; poros comuns; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e cerosidade ausente,

Bi 25 – 42 cm; vermelho escuro (2,5YR 2,5/2); argilosa, moderada, blocos angulares, média; poros comuns; firme, plástica e muito pegajosa, transição clara e cerosidade ausente, presença de concreções ferruginosas e de saprólitos de rocha.

C 42 – 75 cm; Rocha alterada, com mosqueados comum, médio e distinto,

RAÍZES – Poucas raízes finas e médias nas primeiras camadas de sedimentos ,aumentando gradativamente em quantidade e espessura nas camadas subseqüentes,

OBSERVAÇÕES – Presença de rocha a partir dos 75 cm,

### Perfil 8 – PT1 – terço superior da área de pastagem

Data: 22/11/08

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVe

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira no terço superior entre as duas transeções, na área de pastagem (PT1),

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço superior da encosta, coberta por pastagem de braquiária

LITOLOGIA: complexo basal gnáissico

PERIODO: pré-cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO - produto do intemperismo dos Gnaisses

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO – Ligeira laminar

DRENAGEM – bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL - Pastagem

CLIMA - AW

#### DESCRITO E COLETADO POR - Huberto José Kliemann e Carloeme Alves de Oliveira

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0 15 cm; vermelho (2,5YR 3/4, úmido); argilosa; moderada, granular, muito pequena; muitos poros; solta, plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e cerosidade ausente.
- Ab 15-33 cm; vermelho (10YR 3/6, úmido); argilosa; moderada, pequena a média, granular; macia, friável, plástica, pegajosa; transição plana difusa.
- Ba 33-57 cm; vermelho (10YR 4/6, úmido); argilosa; forte, muito pequena, granular; macia, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana difusa.
- Bw 57+ cm; vermelho (10YR 4/8, úmido); argilosa; forte, muito pequena, granular; macia, muito friável, plástica, pegajosa.

### Perfil 9 – PT2 – terço médio da área de pastagem

Data: 22/11/08

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO To Eutrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXbe

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira no terço médio entre as duas transeção, na área cultivada com pastagem (PT2),

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada no terço médio da encosta, coberta por pastagem de braquiária.

LITOLOGIA: complexo basal gnáissico.

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - produto do intemperismo dos Gnaisses,

PEDREGOSIDADE - Presença de pedras

ROCHOSIDADE – Presença de rocha.

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO – Ligeira laminar

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Pastagem

CLIMA - AW

DESCRITO E COLETADO POR – Huberto José Kliemann e Carloeme Alves de Oliveira

# DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-23 cm; vermelho (2,5YR 3/0, úmido); argilosa; muito cascalho; fraca, pequena, granular; macia, muito friável, plástica, pegajosa; transição ondulada clara.
- Bi 23-50 cm; vermelho (7,5YR 5/2, úmido); franco-argilo-siltosa; muito cascalho; fraca, pequena, granular; macia, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- C 50+ cm; vermelho (10YR 6/3, úmido); siltosa; fraca, pequena, granular; macia, friável, não plástica, não pegajosa.

Observação: Nesta trincheira havia a presença de muitas pedras, sendo notada uma faixa de rochas paralela a transeção de cerca de 15m.

### Perfil 10 - PT3 - entrada da mata ciliar, área de pastagem - transeção 1.

Data: 22/11/08

CLASSIFICAÇÃO: - CAMBISSOLO HÁPLICO To Eutrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: - CXbe

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na Transeção 1 na entrada da mata ciliar (PT3),

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada na

Transeção 1, coberta por mata ciliar

LITOLOGIA: complexo basal gnáissico,

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - produto do intemperismo dos Gnaisses

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO – Ligeira laminar

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA -Floresta subcaducifólia

USO ATUAL - Mata Ciliar.

CLIMA - Aw

DESCRITO E COLETADO POR - Huberto José Kliemann e Carloeme Alves de Oliveira

# DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- 1ª Camada 0-10 cm; 7,5YR 4/4, úmido; franco-argilo-arenosa; moderada, pequena a média, blocos subangulares; macia, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição ondulada gradual.
- 2ª Camada 10-32 cm; 7,5YR 3/2, úmido; franco-argilo-arenosa; pouco cascalhenta; moderada, pequena a média, blocos subangulares; macia, friável, plástica, pegajosa; transição ondulada gradual.
- 3ª Camada 32-58 cm; 7,5YR 4/4, úmido; franco-argilo-arenosa; moderada, pequena a média, blocos subangulares; macia, friável, plástica, pegajosa; transição ondulada gradual.
- 4ª Camada 58-94 cm; 7,5YR 5/6, úmido; franco-argilo-arenosa; pouco cascalhenta; moderada, pequena a média, blocos subangulares; macia, friável, muito plástica, pegajosa; transição ondulada gradual.
- 5ª Camada 94+ cm; 7,5YR 5/6, úmido; franco-argilo-siltosa; muito cascalhenta; moderada, pequena a média, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica, pegajosa.

### Perfil 11 – PT4 - entrada da mata ciliar, área de pastagem - transeção 2.

Data: 22/11/08

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO To Eutrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXbe

LOCALIZAÇÃO: Descrito e coletado em trincheira na Transeção 2 na entrada da mata ciliar (PT4),

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Trincheira localizada na Transeção 2, coberta por mata ciliar

LITOLOGIA: complexo basal gnáissico,

PERIODO: Jurássico/Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO - produto do intemperismo dos Gnaisses

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE – Não rochoso

RELEVO LOCAL - Suave ondulado

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO – Ligeira laminar

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA –Floresta subcaducifólia

USO ATUAL - Mata Ciliar.

CLIMA - Aw

DESCRITO E COLETADO POR - Huberto José Kliemann e Carloeme Alves de Oliveira

# DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- 1ª Camada 0-5 cm; 7,5YR 4/2, úmido; franco-argilos-siltosa; moderada, média, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- 2ª Camada 5-20 cm; 10YR 3/1, úmido; franco-argilo-arenosa; pouco cascalhenta; moderada, pequena a média, blocos subangulares; ligeiramente dura, extremamente firme, plástica, ligeiramente pegajosa; transição ondulada clara.
- 3ª Camada 20-38 cm; 7,5YR 4/4, úmido); franco-argilo-arenosa; pouco cascalhenta; moderada, pequena a média, blocos subangulares; macia, friável, plástica, pegajosa; transição plana clara.
- 4ª Camada 38-50 cm; 10YR 4/2, úmido; franco-argilo-arenosa; pouco cascalhenta; moderada, pequena a média, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, muito plástica, pegajosa; transição plana clara.
- 5ª Camada 50+ cm; 7,5YR 4/4, úmido; franco-argilo-siltosa; muito cascalhenta; moderada, pequena a média, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica, pegajosa.