

EUZELINA DOS SANTOS BORGES INÁCIO

**EROSÃO DO SOLO E DIMENSIONAMENTO DE FAIXA CILIAR
EM SISTEMAS DE USO DO SOLO NA REGIÃO SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
2005

EUZELINA DOS SANTOS BORGES INÁCIO

**EROSÃO DO SOLO E DIMENSIONAMENTO DE FAIXA CILIAR
EM SISTEMAS DE USO DO SOLO NA REGIÃO SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador

Prof^o. José Ramon Barros Cantalice, D.Sc.

Co-orientadores

Prof^o. Quintino Reis de Araújo, D.Sc.

Prof^o. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, D.Sc.

RECIFE

PERNAMBUCO – BRASIL

2005

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

I35e Inácio, Euzelina dos Santos Borges
Erosão do solo e dimensionamento de faixa ciliar em sistemas de uso do solo na região sul da Bahia / Euzelina dos Santos Borges Inácio – 2005.
75 f. : il., tabs.

Orientador: José Ramon Barros Cantalice
Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.
Referências.

CDD 631.45

1. Solo
 2. Erosão
 3. Faixa ciliar
 4. Bahia
- I. Cantalice, José Ramon Barros
 - II. Título

EUZELINA DOS SANTOS BORGES INÁCIO

Erosão do solo e dimensionamento de faixa ciliar em sistemas de uso do solo na região sul da Bahia

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Dissertação aprovada no dia 18 de Fevereiro de 2005.

Presidente da Banca

José Ramon Barros Cantalice, D.Sc.

Examinadores da Banca

Albericio Pereira de Andrade, D.Sc.

José Júlio Rodrigues Villar, D.Sc.

Paulo Gabriel Soledade Nacif, D.Sc.

DEDICO

À minha querida mãe **Edite dos Santos Inácio** (*In memmorian*), por todo amor, por sempre acreditar e se orgulhar de mim, e pela presença constante nesta e mais ainda hoje em sua nova vida.

*“Não abandones teus sonhos,
sem eles podes continuar a existir, mas deixas de viver”.*

Mark Twain

BIOGRAFIA

EUZELINA DOS SANTOS BORGES INÁCIO, filha de Edite dos Santos Inácio e Manoel Domingos Borges Inácio, nasceu em Camaçari-BA, em 01 de Fevereiro de 1979.

Em Agosto de 1997, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica pela Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, onde participou de programas de pesquisa sendo bolsista do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura da EMBRAPA por dois anos e em seguida do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq. Ao longo do curso participou de diversos outros programas de pesquisa e extensão, entre eles, em assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, no estado da Bahia e em áreas de colonização na Amazônia Brasileira. Em Maio de 2003 recebeu o título de Engenheiro Agrônomo, ingressando no mesmo ano no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde desenvolveu a presente pesquisa.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida, saúde, paz e por sempre me fornecer forças perante as dificuldades para seguir em frente.

À minha querida mãe Edite dos Santos Inácio (*In memoriam*), pela criação de amor, por me ensinar o valor do estudo, pelo seu exemplo e pela presença constante nesta, e hoje mais ainda, em sua nova vida.

Ao meu pai Manoel Domingos Borges Inácio, aos meus irmãos, em especial, Elzirênia por seu carinho e atenção de mãe e ao meu caçula Eduardo, por confiarem em mim e compreender a distância.

A Arlete Côrtes Barreto, pelo carinho e amizade no momento mais difícil de minha vida, por todos os sorrisos nos felizes e pelo companheirismo ao longo desta jornada.

A Ritaumária Pereira e Bruno Dias que mesmo distantes souberam cultivar a verdadeira amizade e dar apoio fundamental para a realização deste trabalho.

A Juliano Lopes pelo apoio e incentivos constantes desde o ingresso neste curso até a conclusão deste trabalho.

Ao Professor Paulo Gabriel Soledade Nacif, pelos conselhos, por sonhar e contribuir para a realização deste sonho.

A Quintino e Amélia Araújo por toda a hospitalidade, atenção, apoio e serenidade transmitidos durante a realização do experimento.

Ao Professor José Ramon Barros Cantalice pela atenção e orientação.

Aos Professores Fernando José e Maria Bethânia Freire por todo apoio, compreensão e confiança depositados em mim e no meu trabalho e pelo seu exemplo de dignidade e competência.

Ao Professor Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira pela grande contribuição na análise estatística.

A todos os colegas da turma, pelas horas de estudo e alegrias: Arlete, Eduardo Saldanha, Gledson, Júlio César, Júlio Guilherme e Rita de Cássia, e a todos colegas da nova turma, em especial: Patrícia Maia, Évio Eduardo e Ana Cristiane, pela sua presença, atenção e alegria.

A Sandro Bezerra e Izabel Galindo, por sempre transmitirem serenidade, estímulo e apoio e Izabelle Andrade pela sua alegria.

A Emile Paz, pela convivência, por me ouvir nos momentos difíceis, paciência, carinho e amizade .

Aos colegas da fitossanidade: Genira, por sua atenção e hospitalidade na chegada, Komi, pela sua serenidade e atenção, Íris, Hugo Zago e Hugo Júnior pelo momentos de alegrias compartilhadas.

A Maria do Socorro de Santana, Severino Bastos (“Seu Noca”) e Anacleto por distribuírem carinho, alegria, tornando o mestrado mais aconchegante e por serem sempre tão prestativos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE, pela oportunidade de ingressar no mesmo, e apoio a realização deste trabalho mesmo em outro Estado, bem como ao seu corpo de professores pelo conhecimento e experiência transmitidos.

Ao Centro de Pesquisa do Cacau da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC e a Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, pelo apoio logístico, materiais e humanos fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Sr. Valdemar Joaquim Costa, proprietário da Fazenda São Domingos, por permitir a realização do experimento em sua propriedade, e fornecer apoio logístico para a realização do mesmo.

Aos trabalhadores de campo da CEPLAC, Celso e Antonio, pelo zelo na realização dos trabalhos.

A Paulo Vinícius, estudante de iniciação científica do laboratório de Fertilidade do Solo, pela ajuda das análises de caracterização do solo.

Obrigada a todos, por terem tornado mais suave esta caminhada e desta forma contribuído para a concretização deste ideal.

“Um sonho que se sonha sozinho é apenas um sonho, mas, um sonho que se sonha junto é realidade” **ERNEST CHE GHEVARA**

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS	vi
ÍNDICE	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I. QUANTIFICAÇÃO DA EROSÃO EM PASTAGEM COM DIFERENTES DECLIVES NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO SALOMEA	2
Resumo	3
Abstract	4
1. Introdução	5
2. Material e Métodos	8
2.1. A área de estudo	8
2.2. Caracterização dos solos estudados	8
2.3. Condução do experimento em campo	10
2.4. Determinações e cálculos de parâmetros de erosão	11
2.5. Delineamento experimental e análise estatística	11
3. Resultados e Discussão	12
4. Conclusões	17
Referências Bibliográficas	18
CAPÍTULO II. QUANTIFICAÇÃO DA EROSÃO EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL E PASTAGEM NA REGIÃO SUL DA BAHIA	
Resumo	24
Abstract	25
1. Introdução	26
2. Material e Métodos	29
2.1. A área de estudo	29
2.2. Caracterização dos solos estudados	29
2.3. Condução do experimento em campo	30
2.4. Determinações e cálculos de parâmetros de erosão	31
2.5. Delineamento experimental e análise estatística	32

3. Resultados e Discussão	32
4. Conclusões	37
Referências Bibliográficas	38

**CAPÍTULO III. DIMENSIONAMENTO DA ÁREA CILIAR DO RIBEIRÃO
SALOMEA – BACIA DO RIO CACHOEIRA – BA**

Resumo	43
Abstract	44
1. Introdução	46
2. Material e Métodos	49
2.1. A área de estudo	49
2.2. Caracterização dos solos estudados	49
2.3. Condução do experimento em campo	50
2.4. Determinações e cálculos de parâmetros de erosão	51
2.5. Cálculo da largura da faixa ciliar	53
3. Resultados e Discussão	54
4. Conclusões	58
Referências Bibliográficas	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, os recursos naturais têm sofrido grandes pressões em função de diversos fatores. Um deles são as práticas agrícolas visando apenas à produtividade, sem preocupação com a sustentabilidade do sistema e desta forma gerando uma série de desequilíbrios ambientais que poderão comprometer não só a presente geração, mas também as futuras.

Um desses recursos que sofre grande pressão são as matas ciliares, que possuem grande importância devido as suas diversas funções, das quais podemos citar, proteção contra o assoreamento e as perdas de nutrientes, contaminação dos cursos d'água, através dos processos erosivos, proteção a fauna e flora, dentre outras.

As matas ciliares são protegidas por Lei e estão inseridas no Código Florestal Brasileiro, a Lei 4.771 de 15 de Setembro de 1965, que determina faixas de larguras mínimas de área ciliar, de acordo com a largura do rio, sendo este um instrumento de grande importância já que visa à manutenção deste recurso natural de tão grande importância. No entanto, não existe um critério definido cientificamente para essas dimensões.

Além disso, existe uma lacuna em conhecimento acerca de perdas de solo em sistemas agroflorestais e em pastagens na região Sul da Bahia. Assim, estes aspectos tornam relevantes os estudos sobre perdas de solo e delimitações de faixa de áreas ciliares para a região em questão.

Dessa forma, com o intuito de contribuir para o avanço dos estudos sobre o manejo e conservação do solo na região, objetivou-se com o presente trabalho, quantificar as perdas de solo, em dois tipos de cobertura de grande importância para a região: a cobertura bate-folha de cacau e de pastagem e baseada nessas, propor a aplicação de uma metodologia para dimensionamento da área ciliar da microbacia do Ribeirão Salomea.

Capítulo I

“

ESTIMATIVA DA EROSÃO EM PASTAGEM COM DIFERENTES DECLIVES NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO SALOMEA

’

RESUMO

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fevereiro, 2005. **Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea.** Orientador: José Ramon Barros Cantalice. Co-orientadores: Quintino Reis de Araújo e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

A erosão hídrica é umas das principais formas de degradação do solo e diversos fatores exercem influência sobre a mesma, sendo que dois destes podemos destacar: a cobertura do solo e a declividade do terreno, assim, este trabalho objetivou, quantificar as taxas de desagregação e perdas de solo por erosão hídrica sob chuva simulada em sistema de pastagem, bem como verificar o efeito da cobertura de pastagem e de classes de declividade nestas perdas, para as condições da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Salomea. Os tratamentos com quatro repetições foram: com e sem cobertura de pastagem em quatro classes de declive: < 9%, 10 - 15%, 25 - 30%, 35 - 40%. Aplicou-se 32 chuvas simuladas em parcelas delimitadas por chapas metálicas galvanizadas cravadas no solo, que continham, na parte inferior, uma calha coletora para a amostragem da enxurrada. Os resultados mostraram que a cobertura do solo influenciou as perdas somente, dentro de cada classe declive. Houve aumento das perdas com o aumento dos valores das classes de declividade do terreno, sendo que estas foram maiores no tratamento sem cobertura do que no com cobertura. Para o Chernossolo Argilúvico órtico típico estudado o valor da erodibilidade foi de $1,48 \times 10^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$.

ABSTRACT

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. February 2005. **Erosion quantification in pastures with different slopes in the Ribeirão Salomea's catchment.** Adviser: José Ramon Barros Cantalice. Committee members: Quintino Reis de Araújo and Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

The water erosion is one of the main soil degradation procedures and is highly affected by the soil cover and the land slope. The objective of the present work is to quantify the detachment rate and the soil loss due to water erosion under simulated rains in the pastures, as well as to study the effect of land cover and the slope classes (< 9%, 10 –15%, 25 – 30% and 35 – 40%) on the soil loss in the hydrographic Ribeirão Salomea's catchment. Each treatment was replicated four times. Thirty-two simulated rains were applied in plots delimited by galvanized metallic foils fixed in the soil and having a gutter at their lower part for runoff sampling. The results showed that the land cover influenced soil loss only within each slope classes. Soil losses increased with increasing slope classes. This phenomenon was higher in uncovered land than the covered ones. The erodibility was $1.48 \times 10^5 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}\text{m}^{-1}$ for Molissol studied.

RESUMO

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fevereiro, 2005. **Quantificação da erosão em um sistema agroflorestal e pastagem na região sul da Bahia.** Orientador: José Ramon Barros Cantalice. Co-orientadores: Quintino Reis de Araújo e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

A região Sul da Bahia, chama a atenção pela grande relevância que assume no processo de conservação da Mata Atlântica, já que abriga grande área do país de remanescente desta, tornando-se desta forma, área prioritária de atuação e, chamando atenção ao desenvolvimento de estudos que impliquem em minimização dos processos erosivos e dos impactos ambientais causados pela agricultura. Assim, este estudo teve como objetivo, quantificar as taxas de desagregação e perdas de solo em ecossistema cacauero, comparando-as com sistema de pastagem. Aplicou-se 16 chuvas simuladas em parcelas delimitadas por chapas metálicas galvanizadas cravadas no solo, que continham, na parte inferior, uma calha coletora para a amostragem da enxurrada. Os resultados mostraram que o efeito da cobertura foi de grande importância tanto na situação de cacau, como na de pastagem. Mesmo quando retirada a cobertura bate-folha, esta propiciou ao solo mais resistência quanto aos danos causados pela erosão. Para o solo cultivado com pastagem a erodibilidade do foi de $1,48 \times 10^5 \text{ kg s}^{-1}\text{m}^{-4}$, e para o solo sob cultivo com cacau em sistema agroflorestal foi de $1,15 \times 10^6 \text{ kg s}^{-1}\text{m}^{-4}$.

ABSTRACT

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. February, 2005. **Erosion quantification in an agroforest system and pasture at southern Bahia.** Adviser: José Ramon Barros Cantalice. Committee members: Quintino Reis de Araújo e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

1. The southern Bahia is of a relevant importance in the conservation process of the conservation of the Atlantic forest since it shelters the largest Brazilian portion of the referred forest and is therefore a very prioritarily region to be studied for minimizing erosive processes and environmental impacts due to agriculture activities. This work aims at determining detachment rates and soil losses in cacao field, compared to pasture systems. Sixteen simulated rains were applied in plots delimited by galvanized metallic foils fixed in the soil and having a gutter at their lower part for runoff sampling. The land cover effect obtained was high both in cacao-trees and the pasture ecosystems. Even after removing the land cover, the resistance it conferred to the soil reduced erosion effects. The erodibility was $1.48 \times 10^5 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-4}$, and for cacao field $1.15 \times 10^5 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-4}$.

2. INTRODUÇÃO

A região sul da Bahia possui uma grande responsabilidade no processo de conservação da Mata Atlântica, esta, considerando a área cultivada com cacau, abriga a maior área do país de remanescente desta. A cultura cacauzeira contribuiu muito para esse processo de conservação por ser cultivado sob a Mata Atlântica raleada, sendo retirado apenas o primeiro substrato da vegetação.

Para Costa et al. (1999), diversos fatores de ordem econômica, política e climática, causaram a retirada de cacauais e expansão de pastagens inicialmente formadas de Colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e sempre-verde (*Panicum maximum* Jacq. Var. *gangyloides* Doell). Esse fato provocou uma modificação na cobertura

vegetal original de grande parte desse ecossistema, chamando a atenção a sustentabilidade do sistema na região.

Ainda em seu estudo, Costa et al (1999), constatou dois principais aspectos, relativos ao manejo, causadores de degradação: 1- o uso intenso do fogo para formação e manutenção dos pastos; 2- superpastejo da área, praticado por muitos produtores. Esses fatores tornam preocupante essa mudança, já que podem trazer diversos danos ao solo, como mostrou Araújo et al (2004), que estudaram alterações físicas e químicas, em solo sob pastagem, mata natural, recém desbravada e pupunha e verificando que sob pastagem de braquiária, o solo apresentou os maiores valores de densidade no horizonte A, revelando tendência à compactação, além de decréscimo nos teores de potássio, que foi atribuído pelos autores a queima, ao pastejo e a erosão.

Esse manejo inadequado do solo e a erosão hídrica de acordo com Martins et al (2003), são apontados como os principais causadores da constante redução da produtividade dos solos. O mesmo ainda destaca outro aspecto de grande relevância: que o aporte de sedimentos oriundos de áreas que sofrem erosão promove o assoreamento de rios e lagos, comprometendo a qualidade da água e alterando a vida aquática, principalmente pela eutrofização das águas.

Amorim et al (2001), afirma que esse processo de erosão hídrica, pode ser definido como o processo de desprendimento e transporte das partículas do solo, constituindo-se na principal causa da degradação dos solos trazendo, como consequência, prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente, com reflexos tanto econômicos quanto sociais. Cassol & Lima (2003) destacam que a erosão hídrica do solo é um processo físico de desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, provocados pela ação da água das chuvas e do escoamento superficial e afetada pela ação antrópica.

Eltz et al. (1984), destacam que essas três fases do processo de erosão, nem sempre são distintas umas das outras, podem ocorrer concomitantemente: a desagregação é provocada principalmente pelo impacto das gotas da chuva diretamente sobre a superfície do solo, causando a ruptura dos agregados. O transporte das partículas finas desagregadas dá-se quando o solo está saturado ou quando a velocidade de água precipitada é superior à capacidade de infiltração de água no solo, ocasionando o escoamento superficial do excesso de água, em áreas com declive. Finalmente, o material transportado deposita-se em locais mais baixos,

que podem ser depressões naturais do terreno ou reservatório de água, como rios, lagos, açudes, represas, concluindo o processo erosivo.

O escoamento superficial transporta partículas de solo em suspensão, nutrientes, matéria orgânica, sementes e agrotóxicos que, além de acarretar o empobrecimento gradativo dos solos agrícolas, gera a elevação do custo de produção, podendo inclusive, resultar no abandono de áreas anteriormente produtivas (Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Parker et al., 1995). Este é um dos primeiros fatores a serem alterados quando a cobertura vegetal da bacia é modificada e, conseqüentemente, a produção de sedimentos (Santos et al., 2000).

Nas perdas por erosão, diversos fatores exercem influência, um deles de acordo com Silva et al. (1986), é a cobertura vegetal que exerce influência marcante na redução das perdas de solo e água. O referido autor, estudando diversos tipos de cobertura vegetal constatou a eficiência oferecida por estas quando comparadas com a parcela descoberta. De acordo com Salvador & Silveira (1995) 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, efeito que é complementado pelo escoamento superficial das águas, causando elevadas perdas de água e solo.

De acordo com Foster (1982), diferentes culturas revelam capacidade de reduzir a erosão, graças, principalmente, às variações na cobertura do solo pela copa, na incorporação de distintas quantidades e tipos de massa vegetal da parte aérea e raízes e, ainda, na resistência dos resíduos vegetais à decomposição e transporte pela enxurrada.

Assim, é importante citar o estudo de diversos autores para diversas culturas: Margolis et al. (1991), quantificou perdas de solo e água em diferentes sistemas de cultivo de Mandioca em Podzólico Vermelho-amarelo, tendo os valores de perdas de solo variado de 1,44 a 15,26 t ha⁻¹ ano⁻¹. Rufino et al (1995), analisando a cultura do café verificaram perdas de solo que variaram de 30,03 a 133,20 t ha⁻¹ ano⁻¹.

Bono et al. (1996) desenvolveram estudos objetivando avaliar perdas de solo por erosão em pastagens nativas e melhoradas, em Latossolo Vermelho-Escuro e em Cambissolo. No Latossolo, as perdas foram de 18 t ha⁻¹ ano⁻¹, na pastagem nativa e de 6,8 t ha⁻¹ ano⁻¹, na pastagem melhorada, enquanto no Cambissolo, as perdas foram de 39,7 t ha⁻¹ ano⁻¹, na pastagem nativa e de 24,4 t ha⁻¹, na

pastagem melhorada. Andreollo et al (2003) encontraram taxas de perdas de solo para pastagem da ordem de $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}$.

A inclinação do terreno é outro fator que influencia fortemente as perdas de solo e água por erosão hídrica, pois à medida que ela aumenta, aumentam o volume e a velocidade da enxurrada e diminui a infiltração de água no solo, com isso, aumenta a capacidade de transporte das partículas de solo pela enxurrada, assim como a própria capacidade desta de desagregar solo, por ação de cisalhamento, principalmente quando concentrada nos sulcos direcionados no sentido da pendente do terreno (Cogo et al, 2003).

Watson & Laflen (1986), constataram que o aumento da declividade da superfície do solo aumenta a erosão nas áreas entre sulcos, embora não seja com o mesmo grau que ocorre na erosão em sulcos. Amorim (2001) também detectou aumento na perda de solo, quando a declividade da superfície do solo foi aumentada.

Desta forma, a compreensão dos fatores que integram o processo de erosão do solo e a quantificação das perdas de solo são de grande importância, pois servem como o princípio da elaboração de medidas que visem à maximização do uso dos recursos hídricos disponíveis e se possa evitar os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos (Paiva, 2001).

Neste contexto, este trabalho objetivou, quantificar as taxas de desagregação e perdas de solo por erosão hídrica sob chuva simulada em sistema de pastagem, bem como verificar o efeito da cobertura de pastagem e de classes de declividade nestas perdas, para as condições da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Salomea.

3. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. A área de estudo

O estudo foi desenvolvido numa área que corresponde a microbacia hidrográfica do Ribeirão Salomea, compreendida aproximadamente entre as coordenadas $14^{\circ} 45' / 14^{\circ} 55' \text{ S}$ e $39^{\circ} 35' / 39^{\circ} 45' \text{ W}$ e uma área de 5.820 ha, a qual está inserida na região sul da Bahia, em área da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC), que ocupa uma área de 4.800 km^2 , localizada nas coordenadas

14° 42' / 15° 20'S e 39° 01' / 40° 09' W. O Clima da área corresponde ao tipo Am, tropical quente e úmido, com estação seca compensada pelos totais elevados, conforme classificação de Koepen (Araújo, 2002). A área está inserida no domínio da Mata Atlântica, e atualmente está sendo utilizada para sistema de pastagem com Capim Colonião (*Panicum maximum* Jacq.).

2.2. Caracterização do solo estudado

O solo predominante na área da microbacia em estudo foi classificado como CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Nacif, 2000) Foram coletadas amostras (0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm de profundidade), as quais foram secas, destorroadas e passadas em malha de 2mm para obtenção da TFSA (terra fina seca ao ar) e assim foram submetidas à caracterização física e química, cujos dados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização química e física do solo utilizado no experimento

Característica	Prof. (cm)	Classes de declives			
		(< 9%)	(10-15%)	(20-30%)	(35-40%)
pH em água ¹	0 - 20	5,8	7,0	5,2	6,3
C. O. (g kg ⁻¹) ¹	0 - 20	13,4	15,4	13,7	15,3
M. O. (g kg ⁻¹) ¹	0 - 20	23,0	26,5	23,6	26,4
Ca (cmol _c dm ⁻³) ¹	0 - 20	3,2	4,0	2,2	8,0
Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³) ¹	0 - 20	10,0	9,0	4,0	10,0
Al (cmol _c dm ⁻³) ¹	0 - 20	0,05	0,05	0,15	0,05
Na (cmol _c dm ⁻³) ¹	0 - 20	0,109	0,135	0,039	0,043
P (mg dm ⁻³) ¹	0 - 20	5,92	5,23	13,14	6,63
K (cmol _c dm ⁻³) ¹	0 - 20	0,01	0,01	0,03	0,01
Areia (%) ¹	0 - 20	72	69	66	59
	20 - 40	67	57	53	46
	40 - 60	57	56	49	48
Silte (%) ¹	0 - 20	10	20	25	30
	20 - 40	9	10	10	11
	40 - 60	9	12	9	12
Argila (%) ¹	0 - 20	18	11	9	11

	20 - 40	24	33	36	43
	40 - 60	35	32	42	41
Densidade do solo (g cm ⁻³) ²	0 – 20	1,39	1,34	1,25	1,29
Densidade de partículas (g cm ⁻³) ³	0 – 20	2,68	2,82	2,78	2,73
Condut. hidráulica (cm h ⁻¹) ⁴	0 – 20	50	45	78	23
Capacidade de campo (%) ¹	0 – 20	2,46	2,66	2,83	3,81
Ponto de Murcha permanente (%) ¹	0 – 20	1,25	1,48	1,65	2,17

¹EMBRAPA (1997); ²Método da proveta; ³Método do balão volumétrico; ⁴Método do funil com amostras indeformadas.

2.3. Condução do experimento em campo

Os tratamentos corresponderam a quatro declives e duas condições: com e sem cobertura de pastagem de capim Colômbia (*Panicum maximum* Jacq.), totalizando oito tratamentos e trinta e duas unidades experimentais. Os tratamentos foram: sem cobertura e declive < 9%; com cobertura e declive < 9%; sem cobertura e declive 10 - 15%; com cobertura e declive 10 - 15%; sem cobertura e declive 25 - 30%; com cobertura e declive 25 - 30%; sem cobertura e declive 35 - 40%; com cobertura e declive 35 - 40%.

As parcelas foram delimitadas por chapas metálicas galvanizadas cravadas no solo, que continham, na parte inferior, uma calha coletora para a amostragem da enxurrada. As dimensões da parcela foram de 1 m de largura e 3 m de comprimento, ficando a maior dimensão no sentido do declive.

As chuvas simuladas foram aplicadas durante o mês de maio de 2004, utilizando-se um simulador de chuva desenvolvido no laboratório de Conservação do Solo do Departamento de Agronomia da UFRPE, que se constitui de um bico aspersor tipo Veejet 80-150 com diâmetro interno de 1/2 polegada, instalado a uma altura de 3,10 m da superfície do solo e com pressão de saída de 41 kPa. O simulador foi abastecido através de uma bomba “Tipo Sapo”, disponibilizando água, de um reservatório de água para a formação da chuva, as quais tiveram duração de 40 minutos, com intensidade média de 97,05 mm/h monitorada através de um conjunto de 10 pluviômetros, colocados ao lado da área útil das parcelas experimentais.

Durante o escoamento foram coletadas amostras de enxurrada de 5 em 5 minutos, utilizando-se uma proveta graduada, durante 5 segundos. Em seguida foram armazenados em potes plásticos com capacidade de um litro.

Para determinação das porcentagens de cobertura do solo, utilizou-se o método de Mannering descrito por Bezerra et al (2002), que utiliza a projeção fotográfica de uma moldura com a cobertura vegetal da área. Para isso, foi fotografada em campo, uma moldura de 76 X 51 cm sobre uma área representativa da parcela, para posterior sobreposição da imagem em um quadro padrão, onde foi feitos a soma das intersecções, com os pontos de cobertura vegetal da superfície, dessa forma obtendo-se a porcentagem total de cobertura vegetal.

2.4. Determinações e cálculos de parâmetros de erosão

As amostras de enxurrada coletadas no campo foram levadas ao laboratório e pesadas para determinar o teor de solo e água. Em seguida adicionou-se 5 mL de Sulfato de Alumínio Dodecahidratado para deposição das partículas, 24 horas após o sobrenante foi succionado e os potes levados para secagem em estufa a 65°, sendo em seguida pesados com o solo seco.

As taxas de desagregação em entressulcos D_i ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e perdas de solo PS foram determinadas segundo as seguintes equações:

$$D_i = \frac{M_{ss}}{A \cdot D_c}$$

Onde: D = taxa de desagregação de solo ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$); M_{ss} = massa do solo seco desagregado (kg); A = área da parcela (m^2); D_c = duração da coleta em (s).

$$PS = \frac{\Sigma(Q \cdot C_s \cdot t)}{A}$$

PS = perdas de solo (kg m^{-2}); Q = vazão (L s^{-1}); Cs = concentração de sedimentos (kg L^{-1}) e t = intervalo entre as coletas (s).

A erodibilidade do solo em entressulcos (K_i) foi calculada de acordo com a equação:

$$D_i = K_i I^2 S_f$$

Onde: D_i = taxa de desagregação ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$), i = intensidade da chuva (m s^{-1}), S_f = fator de declividade e θ ângulo do declive. O fator declividade foi obtido pela relação: $S_f = 1,05 - 0,85 \exp(-4 \sin \theta)$. Para determinação do K_i foram consideradas as taxas máximas de desagregação do solo descoberto nos últimos 30 minutos de chuva, de acordo com Elliot et al. (1989).

2.5. Delineamento experimental e análise estatística

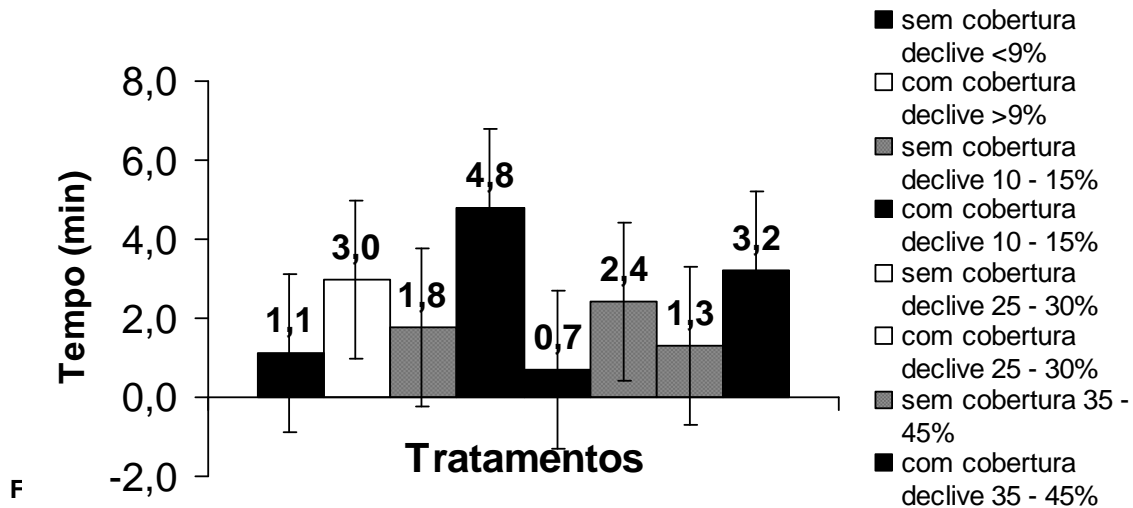
O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de regressão, variância e comparação de médias através do teste F a 5%. Utilizou-se o programa estatístico SAS – Statistical Analytical System (SAS Institute, 1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificando o comportamento do escoamento, percebe-se que quanto ao tempo para que ocorresse o seu início, o menor tempo, ocorreu nos tratamentos sem cobertura (Figura 1), assim, a superfície do solo descoberta foi submetida ao impacto direto das gotas de chuva, a qual promoveu o selamento superficial, e conseqüentemente reduziu a taxa de infiltração de água, conforme argumentado por Bertol et al (1997).

Provavelmente, a alta declividade do terreno, aliada a falta de cobertura do solo no tratamento sem cobertura, declives 25 - 30% e 35 - 40%, justificam o reduzido tempo de início da enxurrada nestes, que ocorreu entre 0,7 e 1,3 minutos. Por outro lado, nos tratamentos com cobertura, para todos os declives o tempo

necessário para iniciar a enxurrada foi maior por causa da cobertura do solo, sendo estes resultado semelhantes aos encontrados por Mello et al (2003).



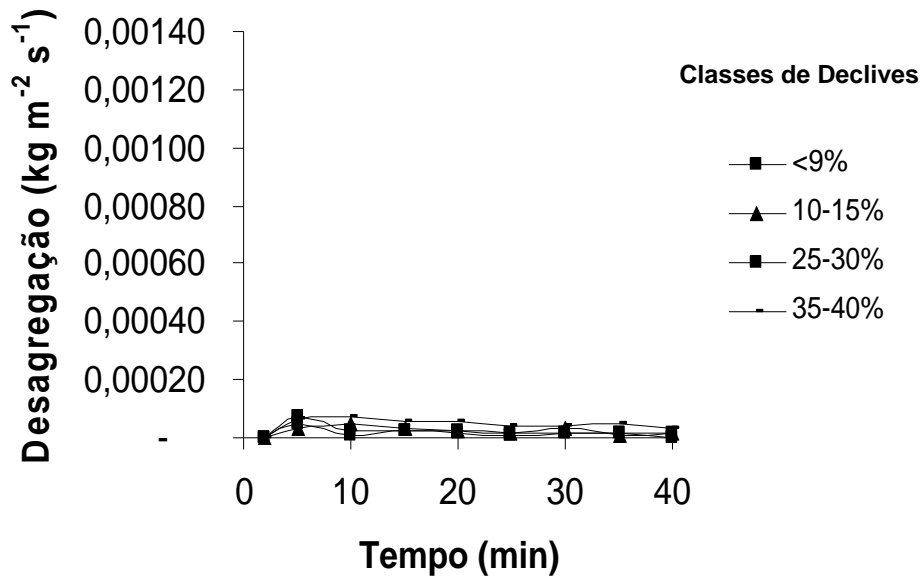
Quanto às taxas de desagregação (Figura 2), percebe-se que para o tratamento sem cobertura, os declives 25 - 30% e 35 - 45% foram os que apresentaram as maiores taxas, as quais atingiram seu ponto máximo acerca dos 15 minutos de chuva, ocorrendo depois um decréscimo e então, tenderam a estabilizar. Esse crescimento inicial das taxas de desagregação do solo está relacionado com o das taxas de descarga líquida, que no início da chuva é muito pequeno devido à infiltração ser mais elevada, e assim o fluxo superficial é relativamente pequeno, não tendo capacidade para transportar todo o material desagregado pela ação do impacto das gotas de chuva. À medida que o fluxo cresce, com o transcorrer do tempo de chuva torna-se capaz de transportar todo o material desagregado instantaneamente, ou seja, aquele remanescente do período inicial, quando havia limitação da capacidade de transporte (Braidá & Cassol, 1999).

Em relação ao declive pode-se evidenciar que as taxas de desagregação cresceram com o aumento do mesmo (Figura 2), porém o efeito foi mais expressivo para o solo sem cobertura, sendo estes os que apresentaram os maiores valores de taxas de desagregação nos declives inseridos entre as classes 25 - 30% e 35 - 45%. No entanto, os que tinham cobertura vegetal de pastagem, apresentaram comportamento semelhante ao longo do tempo de chuva, entre os declives.

Os tratamentos com cobertura foram os que apresentaram as menores taxas de desagregação (Figura 2) independentemente do declive. Estes, mesmo quando comparados entre as classes de declives, tenderam a estabilizar rapidamente ao longo do tempo de chuva, mostrando que para a desagregação a cobertura vegetal exerceu mais influência que o declive. Esse resultado indica o efeito da proteção causada pela cobertura vegetal, que reduziu a desagregação de partículas do solo, provavelmente por diminuir a área exposta ao impacto direto das gotas de chuva. Diversos autores (Schäffer et al, 2001; Cantalice, 2002; Bezerra, 2003; Cassol et al, 2004), também perceberam redução nas taxas de desagregação com a utilização de cobertura vegetal.

Mannering e Meyer (1963) explicam que os resíduos vegetais na superfície do solo interceptam as gotas de chuva e dissipam a sua energia, evitando a desagregação das partículas e a formação do selo superficial. Além disso, há redução na velocidade da enxurrada e conseqüentemente, redução na sua capacidade de desagregação e transporte de partículas do solo.

Com cobertura



Sem cobertura

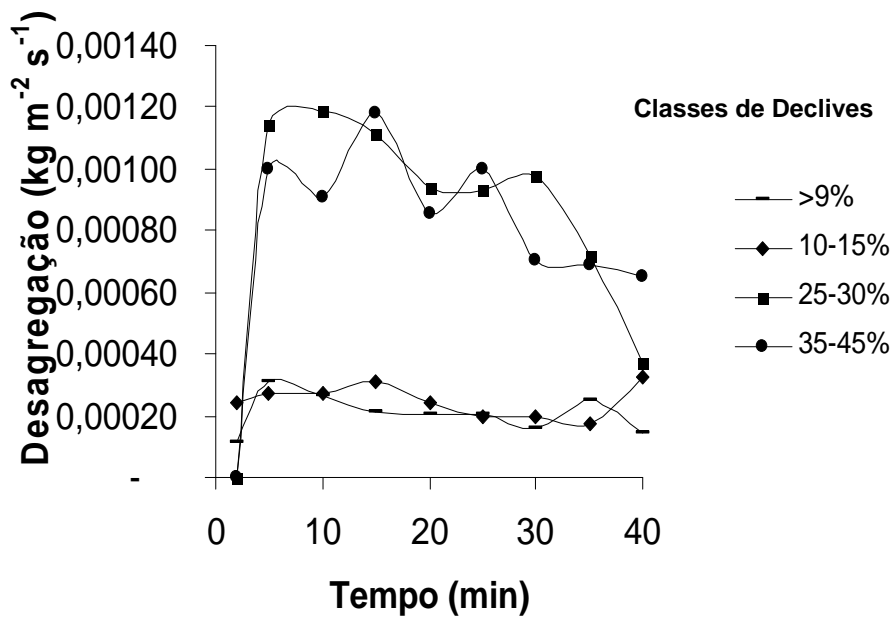


Figura 2 – Evolução da taxa de desagregação do solo, com e sem cobertura de pastagem, segundo a classe de declividade do terreno.

Analisando a concentração de sedimentos, pode-se verificar que, para os declives 10-15%, 25-30% e 35-40% (Quadro 2) os maiores valores ocorreram na condição sem cobertura do solo, enquanto que com cobertura de pastagem, foram significativamente menores, mostrando desta forma, o efeito da proteção promovida pela cobertura vegetal da gramínea.

Esses dados estão em concordância com Braida e Cassol (1999) que perceberam uma diminuição significativa da concentração de sedimentos na enxurrada com o aumento da quantidade de palha (trigo e milho), independentemente do tipo de palha. Os resíduos vegetais na superfície do solo reduzem a desagregação de partículas do solo, por diminuírem a área exposta ao impacto direto das gotas de chuva, reduzindo a concentração de sedimentos na enxurrada. Em estudos mais recentes, esse efeito também foi constatado por Schäffer et al (2001) que encontrou concentração de sedimentos menores no tratamento com cobertura vegetal, graças à interceptação das gotas de chuva e dissipação de sua energia cinética, e maiores no tratamento sem cobertura, que ficou exposto ao impacto das gotas de chuva na superfície do solo descoberto.

Os dados indicam que para os declives 10-15, 25-30, 35-40%, as perdas no solo sem cobertura foram significativamente maiores que no solo com cobertura de gramínea. No declive 10-15%, encontrou-se valores de $6,5 \text{ t ha}^{-1}$ no tratamento sem cobertura, enquanto que para a condição com cobertura as perdas foram de $0,48 \text{ t ha}^{-1}$, ou seja, 11 vezes menor. Enquanto isso, nos maiores declives, 25-30 e 35-40%, as perdas foram de $26,85$ e $20,83 \text{ t ha}^{-1}$ sem cobertura e $0,64$ e $1,23 \text{ t ha}^{-1}$ com cobertura respectivamente. Esses baixos valores de erosão quando sob cobertura de gramínea podem ser atribuídos principalmente à interceptação das gotas de chuva e a barreira física promovida pelas gramíneas da pastagem.

Quadro 2 - Efeito da cobertura vegetal entre as classes de declives sobre a concentração de sedimentos, desagregação, vazão e perdas de solo. Média de 4 repetições.

Declive (%)	Concentração de sedimentos (kg L ⁻¹)	Desagregação (kg m ⁻² s ⁻¹)	Vazão (L ⁻¹ s ⁻¹)	Perda de solo (t ha ⁻¹)
Sem cobertura				
> 9	2,84 x 10 ^{-3ns}	1,20 x 10 ^{-4ns}	0,13 ^{ns}	3,70 ^{ns}
10 - 15	5,29 x 10 ^{-3**}	2,28 x 10 ^{-4**}	0,13 ^{ns}	6,50 ^{**}
25 - 30	2,21 x 10 ^{-2 ***}	8,57 x 10 ^{-4***}	0,11 ^{ns}	26,86 ^{***}
35 - 40	2,14 x 10 ^{-2***}	7,88 x 10 ^{-4***}	0,11 ^{ns}	20,83 ^{***}
Com cobertura				
> 9	3,35 x 10 ^{-4ns}	1,10 x 10 ^{-5ns}	0,10 ^{ns}	0,48 ^{ns}
10 - 15	6,43 x 10 ^{-4**}	1,93 x 10 ^{-5**}	0,07	0,58 ^{**}
25 - 30	5,65 x 10 ^{-4***}	1,75 x 10 ^{-5***}	0,15 ^{ns}	0,64 ^{***}
35 - 40	1,47 x 10 ^{-3***}	4,5 x 10 ^{-5***}	0,09 ^{ns}	1,23 ^{***}

Médias de 4 repetições. ns: não significativo; *: significativo a 5%; **: significativo a 1%; ***: significativo a 0,01% de acordo com o teste F.

Analisando as perdas de solo em função da declividade (Figura 2), observa-se que estas só foram significativas quando o solo encontrava-se descoberto, o que ressalta a importância promovida pela cobertura vegetal de pastagem, a qual atuou interceptando as gotas de chuva, e conseqüentemente reduzindo a concentração de sedimentos que contribuem para as perdas de solo.

Dentre os declives estudados, os valores mais altos de perdas de solo ocorreram entre as classes 25-30 e 35-40% e os mais baixos ocorreram entre as classes <9% e 10-15%, mostrando que há aumento das perdas de solo com o aumento da declividade. Estes resultados, também foram confirmados por diversos autores (Meyer et al,1983; Watson & Laflen ,1986; Pereira et al, 2003).

Este comportamento das perdas em relação à declividade, provavelmente pode ser justificado pelo aumento da capacidade erosiva da enxurrada nos declives mais acentuados, decorrentes do aumento da sua velocidade, conforme também foi sugerido por Cogo (2003).

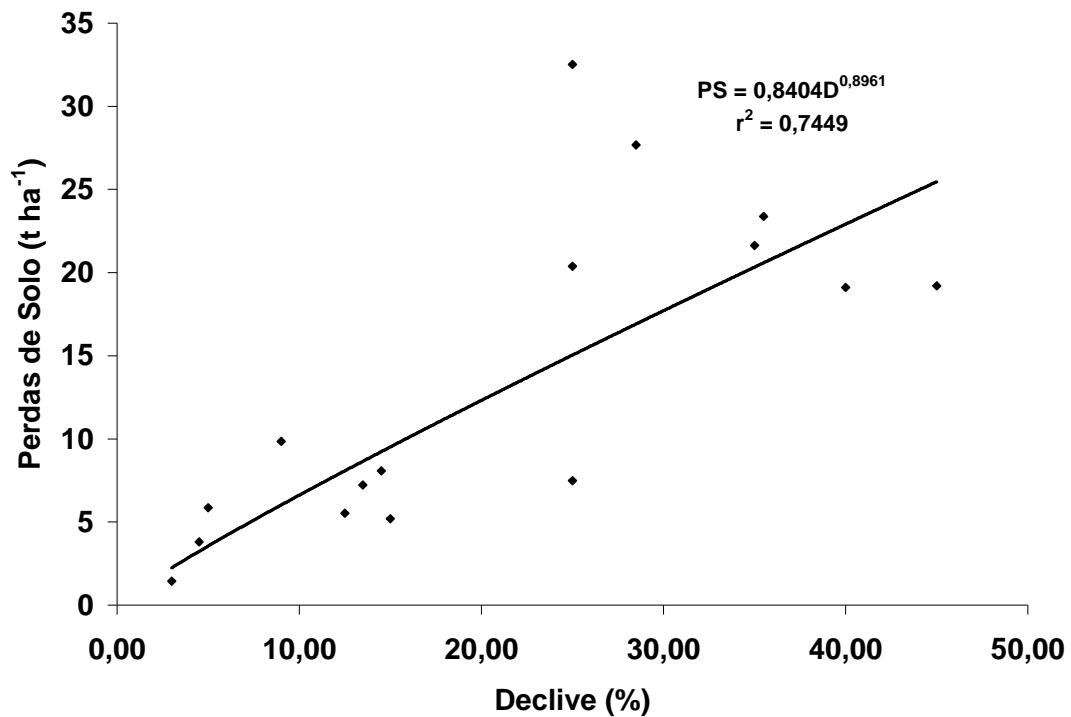


Figura 2 – Perdas de solo (t ha⁻¹) em função do declive (%)

Os percentuais de cobertura vegetal determinados em campo foram de 100% de cobertura para todas as parcelas, demonstrando assim uniformidade entre os testes realizados nas parcelas com cobertura de pastagem.

O valor de erodibilidade do solo em estudo determinado em campo foi de $1,48 \times 10^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$. No entanto, Cantalice (2002), determinaram para um Argissolo Vermelho distrófico típico um valor de K_i de $2,55 \times 10^6 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-4}$.

4. CONCLUSÕES

1. A cobertura do solo influenciou as perdas somente, dentro de uma mesma classe de declive;

2. Houve aumento das perdas com o aumento dos valores das classes de declividade do terreno, sendo que estas foram maiores no tratamento sem cobertura do que no com cobertura;
3. Para o Chernossolo Argilúvico ótico típico estudado o valor da erodibilidade foi de $1,48 \times 10^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIN, R. S. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; MATOS, A. T. de. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Agriambi**, Campina Grande, v. 5, n.1, p. 124-130, 2001.

ANDREOLLO, A. C.; APPOLONI, C. R.; GUIMARÃES, M. F. Uso do céσιο-137 para avaliar taxas de erosão em culturas de soja, café e pastagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 223-229, 2003.

ARAÚJO, Q. R.; ARAÚJO, M. H. S.; SAMPAIO, J. O. Análise do risco de erosão em microbacias hidrográficas: estudo de caso das bacias hidrográficas dos rios Salomé e Areia, sul da Bahia. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Org.) **Conceito de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: EDITUS, 2002. p. 163 – 177.

ARAÚJO, E. A. ; LANI, J.L.; AMARAL, E.F.; GUERRA A. Uso da Terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 307-315, 2004.

BERTOL, I. COGO, N. P. COGO & LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e ausência de resíduos culturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 409 - 418, 1997.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, R. **Conservação do solo**. 3.ed. São Paulo: Ícone, 1990. p. 355.

BEZERRA, S. A. **Avaliação da erosão em entressulcos na cultura da cana de açúcar**. 2003. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BEZERRA, S. A.; CANTALICE, J. R. B. ; TARQUIR, J. L. Z. Características do escoamento superficial e taxas de erosão em uma área sob cultivo agrícola. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 5., 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2002. p. 403-411.

BONO, J. A. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M.M. & SILVA, M. L. N. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas. **Pasto. Tropical**. v. 18, p. 2-8, 1996.

BRAIDA, J. A. ; CASSOL, E. A. Relações da erosão em entressulcos com o tipo e com a quantidade de resíduo vegetal na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23: p. 711-721, 1999.

CANTALICE, J.R.B. **Escoamento e erosão em sulcos e entressulcos em distintas condições de superfície do solo**. 2002. 141f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CASSOL, E. A.; CANTALICE, J. R. B.; REICHERDT, J. M. & MONDARDO, A. Escoamento superficial e desagregação do solo em entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39. n. 7, p. 685 – 690, jul. 2004.

CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 117-124, 2003.

COGO, N.P.; LEVIEN R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v 27, p. 743-753, 2003.

COSTA, O.V.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. da; KER, J. C. ; ARAÚJO, Q. R.; NACIF, P. G. S. Histórico de Uso e ocupação das regiões pastoris dos municípios de Itapé e Itajú do Colônia – Bahia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2002.

ELLIOT, W. J.; LIEBOW, A. M.; LAFLEN, J. M.; KOHL, K. D. A compendium of soil erodibility data from WEPP cropland soil field erodibility experiments 1987 e 88. West Lafayette: The Ohio State University, 1989 (NSERL – National Soil Erosion Research Laboratory Report, 3).

ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. ; SCOPEL, I. GUERRA, M. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo laterítico Bruno - avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v. 8, p.117-125, 1984.

FOSTER, G. R. Modellings the erosion process. In: BASSELMAN, J.A., (Ed).. **Hidrological modeling of small wathersheds**. St. Joseph, American Society of Agricultural Engeenering, 1982. p. 297 – 300.

MANNERING, J.V.; MEYER, L. D. The effects of various rats of surface mulch on infiltration and erosion. **Soil Science Society of American Proceeding**, Madison, v. 27, n.1, p. 84-86, Jan. /Feb. 1963.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FONSECA, S.; MARQUES, J.G.S.M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 27, p. 395-403, 2003.

MARGOLIS, E.; GALINDO, I.C.L. & MELLO NETO, A. V. Comportamento de sistemas de cultivo de mandioca em relação á produção e ás perdas por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 15, p. 357-362, 1991.

MEYER, L.D.; ZUHDI, B. A.; COLEMAN, N. L.; PRASAD, S. N. Transport of sand-size sediment along crop row furrows. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, V, 26. n.1, p. 106-111, 1983.

MELLO, E. L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A. L. V. & CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 901-909, 2003.

NACIF, P. G. S. **Ambientes naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, com ênfase nos domínios pedológicos**. 2000, 132f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, MG.

PARKER, D. B.; MICHEL, T. G.; SMITH, J. L. Compaction and water velocity effects on soil in shallow flow. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. New York, v. 121, n.2, p. 170-178, 1995.

PAIVA, E. M. C. de, Evolução de processo erosivo acelerado em trecho do Arroio Vacacai Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p.129 - 135, 2001.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; SILVA, da D. D. & MATOS, A.T de . Despreendimento e arraste do solo pelo escoamento superficial. **Agriambi**, Campina Grande, v. 7. n. 3. p. 423-429, 2003.

RUFINO, R. L.; HENKLAIN, J. C. & BISCALA, R. C. M. Influência das práticas de manejo e cobertura vegetal do cafeeiro nas perdas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 9, p. 277-280, 1985.

SALVADOR, N. ; SILVEIRA, R. C. Uso de um simulador de chuvas no estudo de perdas de solo e água em parcelas com resíduos culturais de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 9, n. 1, p. 63-66, 1985.

SANTOS, C.A.G.; SUZUKI, K.; WATANABE, M.; SRINIVASAN, V.S. Influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no semi-árido paraibano. **Agriambi**, Campina Grande, v.4, n.1, p. 92-86, 2000.

SAS Institute, Inc. The SAS System for windows: Release ver. 6.8, Cary, 1998. 1CD-ROM.

SCHÄFFER, M. J.; REICHERDT, J. M.; CASSOL, E. A.; ELTZ, F. L. F.; REINERT, D. J. Erosão em sulcos em diferentes preparos e estados de consolidação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 25, p. 419 – 430, 2001.

SILVA, I. de F. da,: Efeito de diferentes coberturas vegetais e de práticas conservacionistas no controle de erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Campinas, v. 10, n. 3, p. 289 - 292, 1986.

WATSON, D. A.; LAFLEN, J. M. Soil strength, slope and rainfall intensity effects on interrill erosion. **Transactions of the ASAE**, St Joseph v. 29, n.1, p. 98-102, 1986.

Capítulo II

ESTIMATIVA DA EROSÃO EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL E PASTAGEM NA REGIÃO SUL DA BAHIA

RESUMO

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fevereiro, 2005. **Quantificação da erosão em um sistema agroflorestal e pastagem na região sul da Bahia.** Orientador: José Ramon Barros Cantalice. Co-orientadores: Quintino Reis de Araújo e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

A região Sul da Bahia, chama a atenção pela grande relevância que assume no processo de conservação da Mata Atlântica, já que abriga grande parte da área remanescente do país deste bioma, tornando-se desta forma, área prioritária de atuação e, chamando atenção ao desenvolvimento de estudos que impliquem em minimização dos processos erosivos e dos impactos ambientais causados pela agricultura. Assim, este estudo teve como objetivo, quantificar as taxas de desagregação e perdas de solo em ecossistema cacauero, comparando-as com sistema de pastagem. Aplicou-se 16 chuvas simuladas em parcelas delimitadas por chapas metálicas galvanizadas cravadas no solo, que continham, na parte inferior, uma calha coletora para a amostragem da enxurrada. Os resultados mostraram que o efeito da cobertura foi de grande importância tanto na situação de cacau, como na de pastagem. Mesmo quando retirada a cobertura bate-folha, esta propiciou ao solo mais resistência quanto aos danos causados pela erosão. . A erodibilidade foi de $1,48 \times 10^{-5} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$, para sistema de pastagem e de $1,15 \times 10^{-6} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$ para a área cultivada com cacau em sistema agroflorestal.

ABSTRACT

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. February, 2005. **Erosion quantification in an agroforest system and pasture at southern Bahia.** Adviser: José Ramon Barros Cantalice. Committee members: Quintino Reis de Araújo e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

The southern Bahia is of a relevant importance in the conservation process of the conservation of the Atlantic forest since it shelters the largest Brazilian portion of the referred forest and is therefore a very prioritarily region to be studied for minimizing erosive processes and environmental impacts due to agriculture activities. This work aims at determining detachment rates and soil losses in cacao field, compared to pasture systems. Sixteen simulated rains were applied in plots delimited by galvanized metallic foils fixed in the soil and having a gutter at their lower part for runoff sampling. The land cover effect obtained was high both in cacao-trees and the pasture ecosystems. Even after removing the land cover, the resistance it conferred to the soil reduced erosion effects. The erodibility was $1.48 \times 10^{-5} \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}\text{m}^{-1}$ for the pasture and $1.15 \times 10^{-6} \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}\text{m}^{-1}$ for cacao field in agroforest system.

1. INTRODUÇÃO

A região Sul da Bahia, chama a atenção pela grande relevância que assume no processo de conservação da Mata Atlântica, já que abriga a maior área do país de remanescente desta, quando considerada a área com cacau, tornando-se desta forma, área prioritária de atuação e, chamando atenção ao desenvolvimento de estudos que impliquem em minimização dos processos erosivos e dos impactos ambientais causados pela agricultura.

Nesse ecossistema, o cacau foi originalmente implantado sob a Mata Atlântica, de onde foi retirado apenas o primeiro substrato da vegetação, caracterizando o sistema denominado de cabruca. A cabruca representa mais de 50% dos 600 mil hectares de cacau implantados na região Sul da Bahia e constitui-se num sistema com características preservacionistas, servindo de habitat para muitas espécies e funcionando como corredor natural entre trechos da mata original. O restante da área de cacau existente foi implantado sob derruba total. Entretanto, dada a sua característica de ser sombreadas com árvores nativas e exógenas, constitui, juntamente com a cabruca, sistema agroflorestal mais sustentável do que outras opções agrícolas existente na região, dentre elas, os cultivos anuais e a pecuária extensiva (Mascarenhas, 2004).

No referido sistema, ocorre uma deposição constante de material orgânico, pela própria cultura e pela mata adjacente formando uma camada orgânica ou serrapilheira, que é conhecida na região, como cobertura bate-folha. Esse tipo de cobertura vegetal morta de acordo com diversos autores possui grande eficácia na redução dos danos causados pela ação erosiva das gotas de chuva (Carvalho et al, 1990; Lal et al, 1990; Santos et al, 2002). A erosão do solo é um problema sério reconhecido mundialmente, que é difícil avaliar confiantemente e precisamente a sua existência, porém suas dimensões a extensão, magnitude e suas taxas de perdas de solo trazem consequências econômicas e ambientais graves (Lal, 1994).

A erosão hídrica do solo é um processo físico de desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, provocados pela ação da água das chuvas e do escoamento superficial e afetada pela ação antrópica (Cassol, 2003). Tanto o impacto da gota de chuva quanto à enxurrada contribuem para modificar as condições físicas da superfície do solo, alterando a rugosidade superficial, a

porosidade e a taxa de infiltração de água. O efeito da cobertura do solo na redução da velocidade do escoamento superficial da água é explicado pela tortuosidade dos caminhos a serem percorridos pelo fluxo, imposta pelos resíduos, bem como pela barreira física proporcionada pelos resíduos vegetais, impedindo o livre escoamento da água, sendo que esta redução é tanto maior quanto maior for a quantidade de resíduos vegetais ou culturas na superfície (Carvalho et al., 1990; Levien et al., 1990; Reichert & Cabeda, 1992; Anjos et al., 1994).

Os resíduos vegetais interceptam as gotas de chuva dissipando sua energia, evitando a desagregação das partículas e a formação de selo superficial (Mannering e Meyer, 1963). Ainda, os resíduos culturais servem como barreira física ao livre escoamento superficial, diminuindo sua velocidade e, assim, sua capacidade erosiva. Desta forma, a desagregação e o transporte das partículas do solo são bastante diminuídos, o que irá refletir-se em menor escoamento superficial, concentração de sedimentos na enxurrada e perda de solo (Cogo et al., 1983). Diversos autores estudaram o efeito de resíduos vegetais sobre as taxas de erosão: Braida & Cassol (1999), perceberam uma diminuição significativa da concentração de sedimentos na enxurrada com o aumento da quantidade de palha (trigo e milho), independente do tipo de palha. Esses resíduos vegetais na superfície do solo reduzem a desagregação de partículas do solo, por diminuírem a área exposta ao impacto das gotas de chuva, reduzindo a concentração de sedimentos na enxurrada. Em estudos desenvolvidos por Silva (2002), este constatou que a presença de cobertura proporcionou a estabilidade e proteção de partes dos agregados na superfície do solo reduzindo a erosão, mostrando-se de acordo com o trabalho de Albuquerque et al. (2000), que em solos de alta estabilidade de agregados, a resistência á desagregação pelo impacto das gotas de chuva for maior, verificando que em solos com agregados estáveis a formação do selo superficial é menor, havendo assim, uma maior taxa de infiltração de água e menor erosão hídrica.

Cassol e Lima (2003), estudando o efeito da cobertura do solo por palha de aveia, observou que esta reduziu a velocidade do escoamento da água, o que possibilitou maior infiltração de água em relação aos outros tratamentos, sem cobertura do solo.

É importante ressaltar, que além dos resíduos culturais deixados sobre o solo, de acordo com Foster (1982), diferentes culturas revelam capacidade de resistir à erosão, graças, principalmente, as variações na cobertura do solo pela copa, na

incorporação de distintas quantidades e tipos de massa vegetal da parte aérea e raízes e, ainda, na resistência dos resíduos vegetais a decomposição e transporte pela enxurrada.

Em sistemas agrícolas, diversos autores têm obtido valores de perdas de solo em diversas culturas: Pode-se citar o estudo de Margolis et al (1991), que quantificaram perdas de solo e água em diferentes sistemas de cultivo de mandioca em Podzólico Vermelho-amarelo textura franco-argilo-arenosa a argilo-arenosa, tendo os valores de perdas de solo variado de 1,44 a 15,26 t ha⁻¹ ano⁻¹. Rufino et al (1995), analisando a cultura do café verificaram perdas de solo que variaram de 30,03 a 133,20 t ha⁻¹ ano⁻¹. Andreollo et al (2003), encontraram taxas de perdas de solo para pastagens da ordem de 10 t ha⁻¹ ano⁻¹.

Ainda, Young (1997) fez uma revisão dos resultados de taxas de erosão em sistemas florestais e encontrou valores menores que 2 t ha⁻¹. Franco et al (2002), observou que nos sistemas agroflorestais (SAF's) as perdas de solo e de nutrientes foram muito menores que as dos sistemas convencionais, o que segundo o mesmo, mostra o grande potencial dos SAF's para a conservação do solo e, conseqüentemente, para garantir a maior sustentabilidade dos agricultores. Martins et al (2003), encontraram perdas em sistemas florestais, variando de 0,21 a 3,20 t ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto isso, Inácio et al (2004), estudando perdas de solo em um Nitossolo Háplico, sob cultivo de cacau, encontrou valores de 0,05 t ha⁻¹ e 0,61 t ha⁻¹, com cobertura bate-folha e sem cobertura bate-folha respectivamente, sendo que estes consideraram em ambos os casos o efeito da interceptação promovida pela planta.

Neste contexto, podemos perceber que a avaliação das perdas de solo assume importância fundamental na escolha e adoção de práticas que visem minimizar a degradação do solo, além disso, no Brasil, são poucos os estudos relacionados a perdas de solo em sistemas florestais, criando uma lacuna nesta área de conhecimento, justificando novos estudos que subsidiem o manejo sustentável desses agroecossistemas.

Assim, este estudo teve como objetivo, quantificar as taxas de desagregação e perdas de solo em ecossistema cacauzeiro, comparando-as com sistema de pastagem e dessa forma, constatar a eficiência desse sistema agroflorestal, na manutenção da estabilidade dos recursos naturais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. A área de estudo

O estudo foi desenvolvido numa área que corresponde a microbacia hidrográfica do Ribeirão Salomea, compreendida aproximadamente entre as coordenadas 14° 45' / 14°55' S e 39° 35' / 39° 45' W e uma área de 5.820 ha, a qual está inserida, na região sul da Bahia, em área da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC), que ocupa uma área de 4.800 km², localizada nas coordenadas 14° 42' / 15° 20'S e 39° 01' / 40° 09' W. O Clima da área corresponde ao tipo Am, tropical quente e úmido, com estação seca, conforme classificação de Koepen (Araújo, 2002).

Atualmente, a área está sendo utilizada em sistema de pastejo para gado leiteiro e de corte, utilizando-se como forrageira o Capim Colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) e Cacau (*Theobroma cacao* L.) em sistema agroflorestal consorciado com algumas espécies nativas e fruteiras implantada como mangueira, jaqueira, entre outras.

3.2. Caracterização do solo estudado

O solo da área foi classificado como um CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Nacif, 2000). Foram coletadas amostras na área estudada, (0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm de profundidade), as quais foram submetidas à caracterização física e química, cujos dados encontram-se na tabela 1.

Quadro 1 – Caracterização química e física do solo utilizado no experimento

Característica	Tipo de Uso	
	Cacau	Pastagem
pH em água	5,8	5,8
C. O. (g kg ⁻¹)	13,4	13,4
M. O. (g kg ⁻¹)	23,0	23,0
Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,2	3,2
Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³)	8,0	10,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,05
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,04	0,109
P (mg dm ⁻³)	20,64	5,92
K (cmol _c dm ⁻³)	0,04	0,01
Areia (%) – Prof. 0 – 20cm	76	72
Areia (%) – Prof. 20 – 40cm	52	67
Areia (%) – Prof. 40 –60cm	51	57
Silte (%) – Prof. 0 – 20cm	9	10
Silte(%) – Prof. 20 – 40cm	10	9
Silte (%) – Prof. 40 –60cm	9	9
Argila (%) – Prof. 0 – 20cm	16	18
Argila (%) – Prof. 20– 40cm	39	24
Argila(%) – Prof. 40 –60cm	40	35
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,32	1,39
Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,63	2,68
Condutividade hidráulica (cm h ⁻¹)	103	50
Capacidade de campo (%)	2,82	2,46
Ponto de Murcha permanente (%)	1,43	1,25

3.3. Condução do experimento em campo

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos que foram os seguintes: sem cobertura de pasto; sem cobertura bate-folha de cacau; com cobertura de pasto; com cobertura bate-folha de cacau, todos

estes foram estabelecidos em classe de declives menores que 9%, e realizadas quatro repetições.

As parcelas de erosão foram delimitadas por chapas metálicas galvanizadas cravadas no solo, que continham, na parte inferior, uma calha coletora para a amostragem da enxurrada. As dimensões da parcela foram de 1 m de largura e 3 m de comprimento, ficando a maior dimensão no sentido do declive.

As chuvas simuladas foram aplicadas durante o mês de maio de 2004, utilizando-se um simulador de chuva desenvolvido no laboratório de Conservação do Solo do Departamento de Agronomia da UFRPE, que se constitui de um bico aspersor tipo Veejet 80-150 com diâmetro interno de 1/2 polegada, instalado a uma altura de 3,10 m da superfície do solo e com pressão de saída de 41 kPa. O simulador foi abastecido através de uma bomba "Tipo Sapo", disponibilizando água, de um reservatório de água para a formação da chuva, as quais tiveram duração de 40 minutos, com intensidade média de 97,05 mm/h monitorada através de um conjunto de 10 pluviômetros, colocados ao lado da área útil das parcelas experimentais.

Durante o escoamento foram coletadas amostras de enxurrada de 5 em 5 minutos, utilizando-se uma proveta graduada, durante cerca de 5 segundos. Em seguida foram armazenados em potes plásticos com capacidade de um litro.

3.4. Determinações e cálculos de parâmetros de erosão

As amostras de enxurrada coletadas no campo foram levadas ao laboratório e pesadas para determinar o teor de solo e água. Em seguida adicionou-se 5 mL de Sulfato de Alumínio Dodecahidratado a 5%, para deposição das partículas, 24 horas após o sobrenante foi succionado e os potes levados para secagem em estufa a 65°, sendo em seguida pesados com o solo seco.

As taxas de desagregação em entressulcos D_i ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e perdas de solo O_s foram determinadas segundo as seguintes equações:

$$D_i = \frac{M_{ss}}{A \cdot D_c}$$

Onde: D= taxa de desagregação de solo ($\text{kg m}^{-2}\text{s}^{-1}$); Mss = massa do solo seco desagregado (kg); A = área da parcela (m^2); Dc = duração da coleta em (s).

$$PS = \frac{\Sigma(Q \cdot Cs \cdot t)}{A}$$

PS = perdas de solo (kg m^{-2}); Q = vazão (L s^{-1}); Cs = concentração de sedimentos (kg L^{-1}) e t = intervalo entre as coletas (s).

A erodibilidade do solo em entressulcos (K_i) foi calculada de acordo com a equação:

$$D_i = K_i I^2 S_f$$

Onde: D_i = taxa de desagregação ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$), i = intensidade da chuva (m s^{-1}), S_f = fator de declividade e θ ângulo do declive. O fator declividade foi obtido pela relação: $S_f = 1,05 - 0,85 \exp(-4 \sin \theta)$. Para determinação do K_i Foram consideradas as taxas máximas de desagregação do solo descoberto nos últimos 30 minutos de chuva, de acordo com Elliot et al. (1989).

3.5. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e comparação de médias através do teste de Tukey a 5%. Utilizou-se o programa estatístico SAS – Statistical Analytical System (SAS Institute, 1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o comportamento do escoamento (Figura 1), percebe-se que o tempo médio para ocorrer o seu início foi maior no tratamento com cobertura bate-folha que foi de 32,4 minutos, enquanto, no tratamento com cobertura de pastagem, iniciou mais rapidamente, aos 3,0 minutos. Isto mostra que a cobertura bate-folha

mostrou-se mais eficiente que a pastagem em proteger o solo dos danos causados pelo escoamento superficial (Figura 1).

Isso é demonstrado mais claramente quando se compara o valor sem cobertura bate-folha e com cobertura de pastagem, onde o primeiro tratamento o iniciou o escoamento num tempo médio de 4,3 minutos, enquanto que mesmo sob cobertura de pastagem começou a escoar acerca dos três minutos de chuva. Isso provavelmente acontece, devido ao teor de matéria orgânica que ocorre neste ambiente, proporcionando uma melhor agregação e conseqüentemente maior infiltração, conforme explicado por Reichert (1998), e assim evitou que o escoamento iniciasse mais rapidamente.

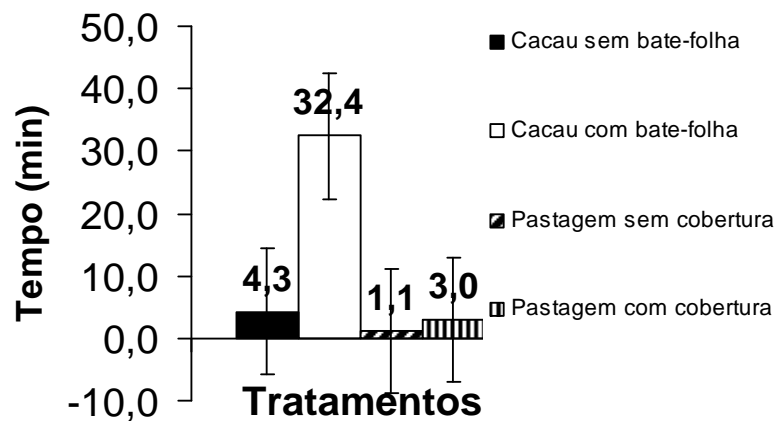


Figura 1 - Tempo de início do escoamento para os diversos tratamentos estudados.

Quanto às taxas de desagregação (Figura 2), verifica-se que o tratamento sem cobertura de pastagem foi o que apresentou os maiores valores, apresentando, crescimento inicial, que atingindo seu ponto máximo acerca dos 10 minutos de chuva e em seguida houve um decréscimo tendendo a se estabilizar. Esse fato é explicado por Braida & Cassol (1999), onde o crescimento inicial das taxas de desagregação do solo está relacionado com o das taxas de descarga líquida, que no início da chuva é muito pequeno devido à infiltração ser mais elevada, e assim o fluxo superficial é relativamente pequeno, não tendo capacidade para transportar todo o material desagregado pela ação do impacto das gotas de chuva. À medida

que o fluxo cresce, com o transcorrer do tempo de chuva torna-se capaz de transpor todo o material desagregado instantaneamente e aquele remanescente do período inicial, quando havia limitação da capacidade de transporte.

Enquanto isso, as menores taxas foram observadas para o tratamento com cobertura bate-folha, que apresentou valores praticamente nulos ao longo de todo o tempo de chuva, evidenciando a proteção promovida por este tipo de cobertura. Outros autores que estudaram o efeito de resíduos culturais sobre o solo, também perceberam redução nas taxas de desagregação (Cantalice, 2002; Bezerra, 2003). De acordo Mannering e Meyer (1963), esse comportamento ocorre, porque os resíduos vegetais na superfície do solo interceptam as gotas de chuva e dissipam sua energia, evitando assim, a desagregação das partículas e a formação do selo superficial. Além disso, há redução na velocidade da enxurrada e conseqüentemente, redução na sua capacidade de desagregação e transporte de partículas do solo.

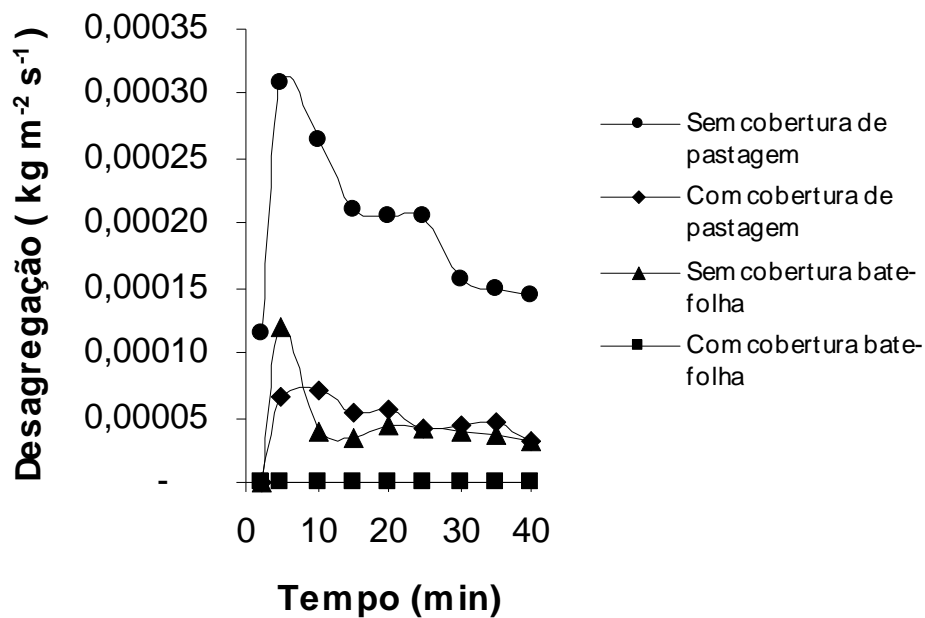


Figura 2 – Taxas de desagregação ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$), em função do tempo, com e sem cobertura de pastagem e bate-folha.

A cobertura de pastagem também promoveu uma boa proteção ao solo quando comparada com o solo descoberto, refletindo na baixa desagregação verificada, no entanto, é válido ressaltar que o tratamento mesmo sem cobertura bate-folha, apresentou uma tendência a valores mais baixos que o tratamento com cobertura de pastagem. O que provavelmente ocorreu devido ao alto teor de matéria orgânica existente naquelas condições e, conforme explicado por Silveira et al (2002), atuou na formação de agregados estáveis naquela ambiente, tornando-se então mais resistente ao processo de desagregação.

Quadro 2 - Efeito das diferentes coberturas nas taxas de concentração de sedimentos, desagregação, vazão, perda de solo. Média de 4 repetições.

Declive (%)	Concentração de sedimentos (kg L⁻¹)	Desagregação (kg m⁻² s⁻¹)	Vazão (L⁻¹ s⁻¹)	Perda de solo (t ha⁻¹)
Pasto com cobertura	0,0012 ab	0,0000 b	0,0855 b	0,95 b
Pasto sem cobertura	0,0029 a	0,0001 a	0,1258 a	3,70 a
Cacau com cobertura	0,0001 b	0,0000 b	0,0051 c	0,003 b
Cacau sem cobertura	0,0003 b	0,0000 b	0,1013 ab	0,48 b

Médias de 4 repetições. Médias seguidas da mesma letra na vertical não apresentam significância, através do teste de Tukey a 5%.

Analisando a concentração de sedimentos podemos perceber que os maiores valores ocorreram na situação de pasto sem cobertura, enquanto que o tratamento cacau com cobertura bate-folha foi o que apresentou as menores taxas, sendo estes diferentes significativamente.

Comparando-se os tratamentos com e sem cobertura de pastagem, observa-se valores significativamente menores, no segundo. O que provavelmente ocorreu graças à interceptação da chuva e dissipação de sua energia cinética, promovida pela cobertura vegetal, conforme explicou Schäffer et al (2001). Os dados ainda indicam que a cobertura bate-folha cria uma condição de proteção ao solo, mesmo quando retirada essa camada de resíduos, isso é demonstrado claramente nos resultados em que o tratamento sem cobertura bate-folha é significativamente menor que o tratamento sem cobertura de pastagem. Esse é o efeito residual do uso da terra, citado por Wischmeir (1972), que existe em áreas cultivadas cujo solo não é

revolvido, que inclui o efeito da matéria orgânica, raízes e tecidos vegetais na estrutura do solo.

No que diz respeito à vazão, ou seja, a perda de água para aquelas condições, verifica-se que com e sem cobertura de pastagem foram diferentes, sendo que o cacau com cobertura foi o que menos perdeu água, enquanto que na pastagem sem cobertura ocorreram as maiores perdas. O que possivelmente ocorreu devido a cobertura do solo proporcionada pelo resíduo que contribui para aumentar a infiltração da água e diminuir o escoamento superficial nos dois tratamentos. Comportamento semelhante apresentou os estudos de Mello et al (2003).

É válido também ressaltar, o comportamento do tratamento sem cobertura de cacau, o qual, não apresentou diferença significativa em relação aos tratamentos com e sem cobertura de pasto, mostrando assim a eficiência desse agrossistema no controle de perdas de água. Esse comportamento ocorre provavelmente, devido a alto teor de matéria orgânica presente e conseqüentemente melhor agregação e estruturação do solo, ocorrendo dessa forma maior infiltração e assim, menores perdas pelo escoamento superficial.

De acordo com os dados (Quadro 2), as perdas de solo variaram significativamente entre os tratamentos. Sem cobertura de pastagem foi o que mais causou perdas, apresentando assim, os valores mais altos, que foram em média de $3,69 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto isso, no tratamento com cobertura de pastagem, esse valor caiu para $0,95 \text{ t ha}^{-1}$. As menores perdas ficaram por conta, do tratamento com cobertura bate-folha que apresentaram valores da ordem de $0,003 \text{ t ha}^{-1}$. Isso mostra que tanto a cobertura vegetal de gramínea, aqui representada pela pastagem, como o resíduo da cultura do cacau, ou seja, a cobertura bate-folha, foram eficientes na redução das taxas de erosão, sendo que não houve diferença significativa entre estas, embora tenha-se percebido uma tendência a menores valores para o tratamento com cobertura bate-folha.

Esses dados, concordam com diversos autores que perceberam diminuição na perdas de solo ao estudarem coberturas vegetais, bem como resíduos culturais sobre a superfície do solo (Lal et al., 1980; Fernandes, 1998; Santos et al., 2002). Desta forma, como destacou Mannering e Meyer (1963), os resíduos, interceptam as gotas de chuva dissipando sua energia, evitando a desagregação das partículas e a formação de selo superficial. Ainda, os resíduos culturais servem como barreira

física ao livre escoamento superficial, diminuindo sua velocidade e, assim, sua capacidade erosiva. (Cogo et al.; 1983).

Assumem grande importância, os resultados encontrados quando se comparando perdas de solo sob cobertura de pastagem e sem cobertura bate-folha, pois, embora, este tenha sido maior em relação ao primeiro, não houve diferença estatística entre eles, embora tenha ocorrido diferença entre os tratamentos com e sem cobertura de pastagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Inácio et al. (2004), que encontraram perdas de solo para a condição sem coberturas bate-folha, menores que para solo descoberto em sistemas convencionais. Concordando com o mesmo autor, é provável que esse fato tenha ocorrido devido às boas condições físicas do solo, encontradas neste ambiente, como a maior agregação, promovidas pelo teor de matéria orgânica advindo da serrapilheira formada, bem como do sistema radicular das plantas de cacau, e da vegetação nativa, que forma o sistema cabruca.

O valor de erodibilidade do solo em estudo determinado em campo na condição de pastagem foi de $1,48 \times 10^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$, enquanto que na área onde era cultivado com cacau, esse valor foi de $1,15 \times 10^6 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$. Mostrando que essa forma de cultivo influencia as características do solo tornando-o mais susceptível ou não ao processo de erosão.

4. CONCLUSÕES

1. Tanto a pastagem como a cobertura bate-folha, foram eficientes na proteção do solo contra os processos erosivos;
2. Mesmo quando retirada a cobertura bate-folha, este propiciou ao solo mais resistência quanto aos danos causados pela erosão, refletida nas baixas perdas de solo neste ambiente, sendo inclusive menores que na situação de solo descoberto em área de pastagem;

3. A erodibilidade foi de $1,48 \times 10^{-5} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$, para o solo anteriormente cultivado com de pastagem e de $1,15 \times 10^{-6} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-4}$ para o solo que foi cultivado com cacau em sistema agroflorestal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.V. & CABEDA, M.S.V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 23:753-761, 1999.

ANDREOLLO, A. C.; APPOLONI, C. R.; GUIMARÃES, M. F. Uso do césio-137 para avaliar taxas de erosão em culturas de soja, café e pastagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 223-229, 2003.

ANJOS, J. T.; UBERT, A. A. A. ;VIZZOTO, V. J.; LEITE, G. B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 139-145, 1994.

ARAÚJO, Q. R.; ARAÚJO, M. H. S.; SAMPAIO, J. O. Análise do risco de erosão em microbacias hidrográficas: estudo de caso das bacias hidrográficas dos rios Salomé e Areia, sul da Bahia. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F.M. (Org.) **Conceito de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: EDITUS, 2002. p. 163 – 177.

BEZERRA, S. A. **Avaliação da erosão em entressulcos na cultura da cana de açúcar**. 2003. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BRAIDA, J. A. ; CASSOL, E. A. Relações da erosão em entressulcos com o tipo e com a quantidade de resíduo vegetal na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23: p. 711-721, 1999.

CANTALICE, J.R.B. **Escoamento e erosão em sulcos e entressulcos em distintas condições de superfície do solo.** 2002. 141f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARVALHO, F. L. C.; COGO, N. P.; LEVILEN, R. Eficácia relativa de doses e formas do manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Campinas, v.4, p.277-234, 1990.

CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 117-124, 2003.

COGO, N. P.; MOLDENHAEUR, W. C.; FOSTER, G. R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science. Society. Am. J.** v. 48, p. 368-373, 1983.

FOSTER, G. R. Modellings the erosion process. In: BASSELMAN, J.A., ed. Hidrological modeling of small wathersheds. St. Joseph, **American Society of Agricultural Engeenering**, p. 297 – 300, 1982.

FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F. de ; JUCKSCH, I.; FERNANDES FILHO, E. I. ; SILVA, E.; MEIRA NETO, J. A. A. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de Minas Gerais. **Revista. Árvore**, Viçosa – MG, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

INÁCIO, E. S. B. ; CANTALICE, J. R. B.; ARAÚJO, Q. R.; NACIF, P. G. S.; BARRETO, A. C.; BEZERRA, S. A.; MOURA, P. M. de; SILVA, P. H. D. Quantificação da erosão em um sistema agroflorestal no Sul da Bahia. In: JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE, 4., 2004, Recife. **Anais...** Recife: Imprensa Universitária, 2004, CD ROOM.

LAL. K.R.; VLEESCHAUWER, D.; NGAN0JE, R. M. Changes in properties of a newly cleared tropical alfisol as affected by mulching. **Soil. Sci. Coc. Am. J.**, Detroit, v.44, n.4, p.827-833, 1980.

LAL, R. **Soil Erosion by wind and water: Problems and prospect:** In: Soil erosion research methods. 2^a ed., 1994. 340p.

LEVIEN, R.; COGO, N. P.; ROCKENBACH, C. A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 14, p. 73-80, 1990.

MANNERING, J.V.; MEYER, L. D. The effects of various rates of surface mulch on infiltration and erosion. **Soil Science Society of American Proceeding**, Madison, v. 27, n.1, p. 84-86, Jan. /Feb. 1963.

MARGOLIS, E.; GALINDO, I.C.L. & MELLO NETO, A. V. Comportamento de sistemas de cultivo de mandioca em relação á produção e ás perdas por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p. 357-362, 1991.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FONSECA, S.; MARQUES, J.G.S.M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 27, p. 395-403, 2003.

MASCARENHAS, G.C.C. A atual conjuntura sócio-econômica e ambiental da Região Sul e agricultura sustentável como alternativa concreta. In: UZEDA, M.C.(org.) **O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia**. Ilhéus: EDITUS, 2004, p. 13 – 32.

MELLO, E. L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A. L. V. & CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 901 – 909, 2003.

NACIF, P. G. S. **Ambientes naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, com ênfase nos domínios pedológicos**. 2000, 132f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, MG.

REICHERDT, J.M. **Formação de selo superficial e infiltração de água sob chuva simulada em solos do Rio Grande do Sul.** 1988, 165f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

REICHERDT, J. M.; CABEDA, M.S.V. Salpico de partículas e selamento superficial em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Campinas, v. 16, p. 389-396, 1992.

RUFINO, R. L.; HENKLAIN, J. C. & BISCALA, R. C. M. Influência das práticas de manejo e cobertura vegetal do cafeeiro nas perdas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 9, p. 277-280, 1985.

SANTOS, M.V.C., ELTZ, F. L. F. Perdas de solo e água em sistemas de culturas com milho sob plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., 2002, Ilhéus: **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2002, CD ROM..

SAS Institute, Inc. The SAS System for windows: Release ver. 6.8, Cary, 1998. 1CD-ROM.

SCHÄFFER, M. J.; REICHERDT, J. M.; CASSOL, E. A.; ELTZ, F. L. F.; REINERT, D. J. Erosão em sulcos em diferentes preparos e estados de consolidação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Campinas, v. 25, p. 419-430, 2001.

SILVA, J. R. C.; CARVALHO, R. J. T. Métodos de determinação do salpico e influência da cobertura do solo em condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, v. 26, p. 473-481, 2002.

SILVEIRA, M.J., WOHLINGER, E.V., GONÇALVES, C., REICHERT, J. M., REINERT, D. J. Influência da intensidade da chuva, horizonte e declividade do solo nas perdas de água. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., 2002, Ilhéus: **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2002, CD ROM..

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management.** 2.ed. Wallingford: ICRAF and CAB International, 1997. 320 p.

WISCHMEIR, W. H. Estimative the cover and management factor for undistorbed areas. IN: SEDIMENT YIELD WORKSHOP, 1972, Mississipi. **Anais...** Mississipi : USDA, Sediment Laboratory, 1972.

Capítulo III

DIMENSIONAMENTO DA ÁREA CILIAR DO RIBEIRÃO SALOMEA - BACIA DO RIO CACHOEIRA-BA

RESUMO

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fevereiro, 2005. **Dimensionamento da área ciliar do Ribeirão Salomea - Bacia do Rio Cachoeira - Ba.** Orientador: José Ramon Barros Cantalice. Co-orientadores: Quintino Reis de Araújo e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

As Matas Ciliares ou Florestas Ripárias, desempenham diversas funções, entre elas: perdas de solo decorrentes dos processos erosivos e do solapamento das margens dos rios, protege os cursos d'água dos impactos decorrentes do transporte de produtos agrícolas. Embora o Código Florestal Brasileiro, estabeleça larguras mínimas para proteção das áreas ciliares definidas de acordo com a largura do rio, estas não apresentam critérios científicos bem definidos para determinação dessas larguras. Desta forma, este trabalho teve como objetivo, tentar propor uma metodologia para o dimensionamento de áreas ciliares, baseada em critérios sedimentológicos, de uma área da Microbacia hidrográfica do Ribeirão Salomea, na região Sul da Bahia. Utilizou-se chuvas simuladas para obtenção da perdas de solo em solo descoberto, em seguida, estas foram transformadas para perdas anuais de solo, para assim serem processados os cálculos de dimensionamento da área ciliar, A maior largura de faixa ciliar encontrada foi de 64,65 m, para a classe de declive 20 – 25% em área de pastagem, enquanto que a menor foi de 7,58m, para um de declive menores que 9% em ambiente cacauero. A metodologia testada, baseada na erodibilidade de solo, na erosividade das chuvas e da topografia local, dimensionou cientificamente a largura da faixa ciliar do Ribeirão Salomea, para as taxas de erosão apresentadas.

ABSTRACT

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. February, 2005. **Sizing of ciliary area the basin of the Rio Cachoeira at Ribeirão Salomea - Bahia.** Adviser: José Ramon Barros Cantalice. Committee members: Quintino Reis de Araújo e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

The ciliary and riparian forests play diverse functions such as protection against soil loss due to the erosive process and the demolition of river edges, and protection of water courses from agrototoxic impacts. Although the existence a Brazilian forest code that established the minimal width for protection of ciliary areas related to river widths, no scientific base existe in accessing these widths. The objective of this work was to propose a methodology for sizing ciliary areas, based on sedimentologic criteria of the hydrographic microbasin of Ribeirao Salomea at the southern Bahia. Simulated rains were used to determine soil losses of uncovered lands. Thereafter, the annual soil losses were determined to enable the ciliary area sizing calculation. The largest ciliary band obtained was 64,65m for the slope class 20 – 25% in pasture system, while the smallest band was 7,58m for slopes less than 9% in cacao – trees system. The methodology tested, based on soil erodibility, rain erosivity and local topography, sized the ciliary band width of Ribeirão Salomea for the erosion rates presented.

1. INTRODUÇÃO

A erosão do solo é um problema sério reconhecido mundialmente, e que é de difícil avaliação, porém, suas dimensões, extensão, e magnitude de suas taxas trazem consequências econômicas e ambientais graves (Lal, 1994).

O desencadeamento do processo de erosão hídrica do solo ocorre através de uma ação seqüencial. Inicialmente, quando o solo não se encontra devidamente protegido por cobertura vegetal, o impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo causa a desagregação de suas partículas e o selamento superficial que é o entupimento dos poros superficiais, com conseqüente diminuição da infiltração da água no solo. Em seguida, a água poderá acumular-se superficialmente ou descer para áreas menos declivosas, formando as enxurradas que causam o transporte das partículas que se encontram em suspensão (Calegani & Vieira, 1999).

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, efeito que é complementado pelo escoamento superficial das águas, causando elevadas perdas de água e solo (Salvador & Silveira, 1995). De acordo com Silva et al. (1986), é a cobertura vegetal que exerce influência marcante na redução das perdas de solo e água. Este autores, estudando diversos tipos de cobertura vegetal constataram a eficiência oferecida por estas quando comparadas com a parcela descoberta.

Em programas de controle da erosão hídrica, existem duas técnicas que são muito eficientes: faixas de vegetação permanente e zona tampão ripária (Kusemts & Mander, 1999).

De acordo com Karssies & Prosser (1999), a faixa de vegetação permanente é uma prática vegetativa e mecânica de conservação do solo, e consiste no estabelecimento de uma faixa de vegetação de porte denso, com largura variável, e de forma perpendicular ao sentido do declive. Esta prática utilizada na agricultura, tem o objetivo de reter todo sedimento produzido nas áreas agrícolas, sendo dimensionada em função das taxas de erosão da área. Desta forma, esses autores propuseram a seguinte abordagem metodológica e equação para o cálculo da largura dessas faixas de vegetação: sendo a faixa capaz de reter as perdas médias

anuais de solo produzidas em uma pendente, a largura da faixa de vegetação dependerá da área da encosta e das perdas anuais de solo, obtida através da USLE (Universal soil loss equation) ou de outros métodos.

As áreas ciliares, conforme definiu Karssies & Prosser (1999), fazem parte da paisagem adjacente a um curso d'água exercendo influência direta no mesmo, incluindo taludes, áreas aluviais e seus ecossistemas, formando junto e ao redor do curso d'água uma faixa de mata de tamanho variável. Estas, de acordo com Schäfer & Prochnow (2002), são denominadas Matas Ciliares ou Florestas Ripárias por assemelharem-se, na sua função, aos cílios que protegem os nossos olhos e na sua forma, por ocorrerem em faixas estreitas, na forma de ripas.

Conforme salientou Crestana (1993), a mata ciliar reduz perdas de solo decorrentes dos processos erosivos e do solapamento das margens dos rios, protege os cursos d'água dos impactos decorrentes do transporte de produtos agrícolas, assegura a perenidade das nascentes e, conseqüentemente, mantêm a qualidade da água para consumo humano e agrícola; Além disso, as matas ciliares constituem refúgios e fontes de alimentos para a fauna silvestre.

De acordo com Davide et al (2000), as Matas Ciliares desempenham importantes funções e seus efeitos não são apenas locais, mas refletem na qualidade de vida de toda a população sob influência de uma bacia hidrográfica. Seus principais benefícios são: manutenção da qualidade da d'água, através da retenção de sedimentos, nutrientes e produtos tóxicos, sendo eficiente para recarregar os aquíferos subterrâneos através de canais formados no solo pelas raízes das árvores; estabilização das margens dos rios, pois, retêm e absorve o escoamento superficial, auxiliando a infiltração da água e a retenção de partículas de solo que são carregadas pela enxurrada; Habitat para a fauna silvestre; habitat aquático.

Estudos mostram que a vegetação florestal e áreas ripárias podem filtrar nutrientes carregados aos rios, os quais tem contribuído para a degradação da qualidade da água (Entry et al., 1996).

Barton & Davies (1993), também demonstraram que a zona ripária protegida pode também diminuir significativamente a concentração de herbicidas nos cursos d'água de microbacias tratadas com tais produtos. Esta função de retenção de nutrientes e sedimentos como garantia de proteção da qualidade da água, por outro lado, define a importância do critério hidrosedimentológico no

dimensionamento da faixa ripária, embora não exista ainda nenhum método definitivo para o estabelecimento da largura mínima da faixa ripária, que possibilite uma proteção satisfatória do curso d'água (Bren, 1993).

A Lei 4.771/65, o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2003), estabelece larguras mínimas para proteção das áreas ciliares, sendo estas definidas de acordo com a largura do rio, da seguinte forma:

1. 30 (trinta) metros para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
5. 50 (cinquenta) metros para cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
6. 100 (cem) metros para cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) metros a 200 (duzentos) metros de largura;
7. 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros;
8. 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
9. ainda estabelece ao redor de lagoas ou reservatórios d'água, naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura.

No entanto, conforme salientou Bren (1993), não existe ainda nenhum método definitivo para estabelecimento da largura mínima de faixa ciliar na zona ripária que possibilite uma proteção satisfatória do curso d'água. Clinnick (1985) elaborou uma revisão sobre o uso e a eficácia de diferentes larguras de faixa de vegetação visando a proteção do curso d'água em áreas florestais, embora encontrando a largura de 30 m, recomendou que a largura das faixas deva ser proporcional as limitações locais. Forman e Fodson (1986), frisaram que a área ciliar deve ser ampla o suficiente para cumprir as funções de filtragens dos fluxos perpendiculares ao leito e efetivamente facilitar a movimentação e sobrevivência de espécies de animais e plantas.

Embora o Código Florestal Brasileiro estabeleça larguras mínimas para proteção das áreas ciliares definidas de acordo com a largura do rio, estas não apresentam critérios científicos bem definidos para determinação dessas larguras. Desta forma, este trabalho teve como objetivo, propor uma metodologia para o

dimensionamento de áreas ciliares, baseada em critérios sedimentológicos, portanto baseada na erodibilidade do solo, efeito de contenção do escoamento superficial pela vegetação ripária, e nos aspectos fisiográficos de uma área da Microbacia hidrográfica do Ribeirão Salomea, situada na região Sul da Bahia. Sendo este, um segundo passo no desenvolvimento de uma linha de pesquisa do grupo de Mecânica da Erosão do laboratório de Conservação do Solo do Centro de Pesquisas de Solo da UFRPE.

2. MATERIAL E MÉTODOS

3.6. A área de estudo

O estudo foi desenvolvido numa área que corresponde a microbacia hidrográfica do Ribeirão Salomea, compreendida aproximadamente entre as coordenadas 14° 45' / 14°55' S e 39° 35' / 39° 45' W e uma área de 5.820 ha, a qual está inserida, na região sul da Bahia, em área da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC), que ocupa uma área de 4.800 km², localizada nas coordenadas 14° 42' / 15° 20'S e 39° 01' / 40° 09' W. O Clima da área corresponde ao tipo Am, tropical quente e úmido, com estação seca, conforme classificação de Koepen (Araújo, 2002).

Atualmente, a área está sendo utilizada com sistema de pastejo para gado leiteiro e de corte, utilizando-se como forrageira o Capim Colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) e Cacau (*Theobroma cacao* L.) em sistema agroflorestal consorciado com algumas espécies nativas e fruteiras implantada como mangueira, jaqueira, entre outras.

3.7. Caracterização do solo estudado

O solo da área foi classificado como um CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Nacif, 2000). Foram coletadas amostras na área estudada, (0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm de profundidade), as quais foram secas ao ar,

destorroadas e passadas em malha de 2 mm, para assim serem submetidas a caracterização física e química, cujos dados encontram-se na tabela 1.

Quadro 1 – Caracterização química e física do solo utilizado no experimento

Característica	Ambiente				
	Cacau		Pastagem		
	< 9%	< 9%	10-15%	20-30%	35-40%
pH em água	5,8	5,8	7,0	5,2	6,3
C. O. (g kg ⁻¹)	13,4	13,4	15,4	13,7	15,3
M. O. (g kg ⁻¹)	23,0	23,0	26,5	23,6	26,4
Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,2	3,2	4,0	2,2	8,0
Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³)	8,0	10,0	9,0	4,0	10,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,05	0,05	0,15	0,05
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,04	0,109	0,135	0,039	0,043
P (mg dm ⁻³)	20,64	5,92	5,23	13,14	6,63
K (cmol _c dm ⁻³)	0,04	0,01	0,01	0,03	0,01
Areia (%) – Prof. 0 – 20cm	76	72	69	66	59
Areia (%) – Prof. 20 – 40cm	52	67	57	53	46
Areia (%) – Prof. 40 –60cm	51	57	56	49	48
Silte (%) – Prof. 0 – 20cm	9	10	20	25	30
Silte(%) – Prof. 20 – 40cm	10	9	10	10	11
Silte (%) – Prof. 40 –60cm	9	9	12	9	12
Argila (%) – Prof. 0 – 20cm	16	18	11	9	11
Argila (%) – Prof. 20– 40cm	39	24	33	36	43
Argila(%) – Prof. 40 –60cm	40	35	32	42	41
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,32	1,39	1,34	1,25	1,29
Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,63	2,68	2,82	2,78	2,73
Condut. hidráulica (cm h ⁻¹)	103	50	45	78	23
Capacidade de campo (%)	2,82	2,46	2,66	2,83	3,81
Ponto de Murcha permanente (%)	1,43	1,25	1,48	1,65	2,17

3.8. Condução do experimento em campo

O experimento foi realizado em encostas cultivadas pastagem e plantio de cacau, que para tal foram limpas de qualquer cobertura vegetal. Os testes foram realizados em cinco classes de declividade, que foram as seguintes: 4%, 5,3% , 13,8%; 25,8% e 38,8%, sendo a encosta com 4% declive anteriormente cultivada com cacau e, as demais com pastagem. As parcelas de erosão foram delimitadas por chapas metálicas galvanizadas cravadas no solo, que continham, na parte inferior, uma calha coletora para a amostragem da enxurrada. As dimensões da parcela foram de 1 m de largura e 3 m de comprimento, ficando a maior dimensão no sentido do declive.

As chuvas simuladas foram aplicadas durante o mês de maio de 2004, utilizando-se um simulador de chuva desenvolvido no laboratório de Conservação do Solo do Departamento de Agronomia da UFRPE, que se constitui de um bico aspersor tipo Veejet 80-150 com diâmetro interno de 1/2 polegada, instalado a uma altura de 3,10 m da superfície do solo e com pressão de saída de 41 kPa. O simulador foi abastecido através de uma bomba “Tipo Sapo”, disponibilizando água, de um reservatório de água para a formação da chuva, as quais tiveram duração de 40 minutos, com intensidade média de 97,05 mm/h monitorada através de um conjunto de 10 pluviômetros, colocados ao lado da área útil das parcelas experimentais.

Durante o escoamento foram coletadas amostras de enxurrada de 5 em 5 minutos, utilizando-se uma proveta graduada, durante 5 segundos. Em seguida foram armazenados em potes plásticos com capacidade de um litro.

3.9. Determinações e cálculos de parâmetros de erosão

As amostras de enxurrada coletadas no campo foram levadas ao laboratório e pesadas para determinar o teor de solo e água. Em seguida adicionou-se 5 mL de Sulfato de Alumínio Dodecahidratado a 5%, para deposição das partículas, 24 horas após o sobrenadante foi succionado e os potes levados para secagem em estufa a 65°, sendo em seguida pesados com o solo seco.

As taxas de perdas de solo foram determinadas segundo a seguinte equação:

$$PS = \frac{\Sigma(Q \cdot Cs \cdot t)}{A}$$

PS = perdas de solo (kg m^{-2}); Q = vazão (L s^{-1}); Cs = concentração de sedimentos (kg L^{-1}) e t = intervalo entre as coletas (300 s).

A erosividade das chuvas (Fator R) foi calculada através da equação abaixo, proposta por SUDENE (1998):

$$R = 0,05 Pa^{1,29} (\text{Mj mm}^{-1} \text{ ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{ ano}^{-1}).$$

Onde: R= erosividade das chuvas; Pa= Precipitação anual.

A erodibilidade do solo (Fator K) foi calculada de acordo com a USLE (Universal soil loss equation), apresentada como segue de acordo com Wischmeyer & Smith (1978):

$$A = R.K. LS.C.P$$

Sendo: A = perda de solo, em $\text{t}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ ano}$; R= fator erosividade da chuva, em Mj mm ha h ano ; K = Fator erodibilidade do solo; LS = fator topográfico determinado pela expressão abaixo; C= Fator cobertura vegetal; P= Fator práticas conservacionistas. No caso da parcela padrão os fatores C e P se igualam a 1 e para determinação da erodibilidade a equação se resume a :

$$K = A./R.LS.$$

O Fator LS foi determinado pela equação:

$$LS = \left(\frac{L}{22} \right)^{0,5} (65.41 \text{sen}^2 \theta + 4,56 \text{sen} \theta + 0,065)$$

onde L = representa o comprimento de rampa em metros e, θ = angulo do declive.

As perdas de solo para cada evento de chuva foram transformadas em perdas médias anuais de solo, de acordo com os dados de precipitação diários concedidos pelo Departamento de Meteorologia do CEPEC/CEPLAC – Centro de Pesquisa do Cacao da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. A partir desses dados pluviométricos foram identificadas as chuvas erosivas que são as de 10 mm ou mais e, realizada uma análise descritiva para determinação do número médio anual de chuvas erosivas, as quais foram multiplicadas pelas perdas de solo para cada evento de chuva, obtendo-se assim as perdas médias anuais de solo.

3.10. Cálculo de largura da faixa ciliar

Os cálculos de largura da faixa ciliar da área da microbacia do Ribeirão Salomea, para as diversas situações de declive e vegetação, foi realizado a partir da equação desenvolvida por Karssies e Prosser (1999), os quais, desenvolveram na Austrália uma expressão para o dimensionamento da largura de faixas de vegetação em áreas ripárias, baseado na seguinte abordagem metodológica, sendo a faixa de vegetação ripária capaz de reter as perdas anuais de solo produzidas em uma encosta. Esses autores esclarecem, que a largura da faixa ripária dependerá da área da encosta e das perdas anuais de solo, obtida através da *USLE (Equação Universal de Perda de Solo)* ou de outros métodos de quantificação de perdas anuais de solo. Na Figura 1, é representada uma encosta com os fatores que condicionam as taxas de aporte de sedimentos produzidos nas vertentes e armazenados nas áreas ciliares dos cursos de água, sendo: a = área ciliar (m^2); A = perdas anuais de solo ($t\ ha^{-1}$); B = massa de sedimento depositado (t); G = capacidade de armazenamento de sedimento pela vegetação (t); W = largura da faixa de vegetação permanente (m); l = comprimento da faixa (m); l_s = comprimento da área de depósito (m) e Y = largura adicional requerida para acumulação de sedimento (m). Assim, a massa do sedimento acumulado na faixa de vegetação B é o volume de depósito (m^3) multiplicado pela densidade média do depósito, ($t\ m^{-3}$), e expressa pela equação:

$$B = \frac{l_s \rho_s H^2}{2 \operatorname{tg} \theta} \quad (1)$$

onde: l_s = largura do depósito (m), H = altura do depósito de sedimento (m), ρ_s = densidade do depósito ($t\ m^{-3}$), $tg\ \theta$ = tangente do ângulo de declive.

A capacidade de armazenamento de sedimento na faixa de vegetação G (t) é obtida pela equação:

$$G = 0,063\ l_s\ W \quad (2)$$

sendo 0,063 ($t\ m^{-3}$) a capacidade de armazenamento de cada metro de grama ou vegetação, que foi determinada experimentalmente; l_s = comprimento do depósito (m), e W = largura da faixa ripária.

A capacidade total de armazenamento de sedimento, antes e dentro da faixa, é balanceada pela produção anual de sedimentos na encosta, assim:

$$Aa = B + G \quad (3)$$

Substituindo as equações (1) e (2) na (3) tem-se:

$$Aa = \frac{l_s \rho_s H^2}{2tg\ \theta} + 0,063\ l_s\ W \quad (4)$$

Rearrmando a (4) obtêm-se a equação (5):

$$W = Y + \frac{1}{0,063} \left[\left(\frac{Aa}{l} \right) - \left(\frac{\rho_s H^2}{2tg\ \theta} \right) \right] \quad (5)$$

A extensão de deposição de sedimentos ao longo da faixa ripária é muito menor que o comprimento total da área ripária (l), por conta da convergência do fluxo em caminhos preferencias do escoamento, fato esse, expresso na forma de um fator de convergência do escoamento (C) definido como:

$$c = \frac{l}{l_s} \quad (6)$$

onde l = comprimento da faixa (m) e l_s = comprimento da área de depósito (m).

substituindo a equação (6) na (5), tem-se a equação completa para o dimensionamento da largura das faixas de vegetação em áreas ripárias:

$$w = y + \frac{1}{0,063} \left[\left(\frac{cAa}{l} \right) - \left(\frac{\rho_s H^2}{2 \tan \theta} \right) \right] \quad (7)$$

Karssies & Prosser (1999) recomendam Y = uma largura adicional de 2m para solos moderadamente erodíveis, e 5 m muito erodíveis; e determinaram $H = 0,13$ m e $\rho_s = 0,9\ t/m^3$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Erodibilidade do Solo

A erodibilidade (fator K) média para todos os declives estudados, obtida mediante as condições de campo sob chuva simulada encontrada para o Chernossolo órtico típico, na situação de cobertura anterior de pastagem, foi de $0,00324 \text{ t}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ Mj mm}^{-1}$ (Quadro 2), sendo este resultado, semelhante ao encontrado por Souza (2004), para um Planossolo Háplico, que foi de $0,00335 \text{ t}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ Mj mm}^{-1}$. Enquanto isso, na situação de cacau descoberto para a classe de declive $<9\%$, a erodibilidade encontrada foi de $0,00205 \text{ t}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ Mj mm}^{-1}$. Essa redução na erodibilidade para um mesmo tipo de solo, provavelmente deve-se ao teor de matéria orgânica, mais elevado presente no ambiente cacauzeiro, que constitui o efeito residual do uso da terra, citado por Wischmeir (1972), que existe em áreas cultivadas cujo solo não é revolvido, que inclui o efeito da matéria orgânica, raízes e tecidos vegetais na estrutura do solo, fazendo assim, com que ocorra essa diminuição na susceptibilidade do solo ao processo de erosão.

Analisando a erodibilidade para cada classe de declives na situação de pastagem, percebe-se que esta variou de forma decrescente com o aumento do declive, o que pode estar associado a uma textura mais arenosa nos primeiros 20 cm (Quadro 1) para os declives mais baixos, pois, nesta situação predomina a deposição de sedimentos arenosos que foram trazidos das partes mais altas. Ainda, de acordo com Peele (1937), citado por Galindo (1990), solos de textura superficial franco-arenosa podem ser mais susceptíveis à erosão e apresentar uma maior percentagem de escoamento superficial, do que solos de textura superficial franco-argilosa, contudo, como a maior quantidade de solo perdido depende predominantemente da ação do impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, ela pode ser atenuada pela proteção oferecida pelas raízes que se encontram no solo.

Quadro 2 – Perdas de solo, fator topográfico, fator erosividade da chuva e erodibilidade do solo do Chernossolo Argilúvico órtico típico estudado na encosta do Ribeirão Salomea. Média de 4 repetições.

Declive	Ps	LS	R	K
	t.ha ⁻¹	adim.	Mj mm ha ⁻¹ h ⁻¹ ano ⁻¹	t.h.Mj ⁻¹ .mm ⁻¹
4%	0,953	0,130	3.582,23	0,00205
5,3%	5,233	0,181	3.582,23	0,00807
13,8%	6,504	0,716	3.582,23	0,00254
25,8%	7,492	2,076	3.582,23	0,00101
38,8%	20,831	4,314	3.582,23	0,00135
Média				0,00300

PS - Perdas de solo; LS – Fator topográfico; R – Erosividade; K- Erodibilidade

Perdas médias anuais de solo e larguras de faixa ripária

De acordo com a metodologia de Karssies & Prosser (1999) o dimensionamento de faixas de vegetação permanente que aqui foi testado para faixas ciliares, deve ser realizada a partir das perdas médias anuais de solo. Como neste trabalho foram obtidas perdas de solo a partir de eventos individuais de chuvas erosivas, esses valores foram convertidos em perdas médias anuais de solo. Segundo Wischmeier (1959) e Wischmeier & Smith (1978), uma chuva individual erosiva é aquela com 12 mm ou mais.

Assim, a partir da análise descritiva das chuvas erosivas do local do experimento, situado no município de Floresta Azul - Estação Meteorológica do CEPEC/CEPLAC (quadro 3), foi obtido o valor médio anual de **2,55** chuvas erosivas, que multiplicados pelas perdas de solo originadas das chuvas simuladas, produziram as perdas médias anuais de solo (Quadro 4), que apresentaram elevação com o incremento do declive, como constatado também, por diversos autores (Meyer et al,1983; Watson & Laflen ,1986; Cogo, 2003; Pereira et al, 2003), sendo o efeito foi mais expressivo para as situações mais extremas com declives de 25,8 e 38,8%.

Quadro 3. Análise descritiva dos eventos de chuvas erosivas do posto pluviométrico de Floresta Azul do CEPEC/CEPLAC para o período entre 1995 e 2004.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1995	1	1	4	4	2	3	5	2	3	1	3	5	2,83
1996	0	1	3	2	0	2	1	1	2	0	4	1	1,42
1997	1	8	10	3	2	1	1	1	1	3	1	4	3,00
1998	2	1	2	2	2	0	2	1	2	2	6	2	2,00
1999	4	3	3	2	5	2	1	6	2	2	5	6	3,42
2000	4	4	7	3	3	1	6	1	1	1	4	2	3,08
2001	0	1	3	3	4	3	3	4	1	4	0	5	2,58
2002	8	4	2	1	3	3	3	6	1	1	1	4	3,08
2003	1	1	3	1	5	0	3	2	1	1	0	0	1,50
2004	4	2	7	3	1	1	3	0	0	2	7	1	2,58
Média													2,55

O quadro (5) apresenta os valores de largura de faixa ciliar determinados pela equação (7) para a amplitude de declives estudados, variando de 5 a 10 metros com comportamento linear em relação às perdas de solo médias anuais, como se observa na figura 01 e pela equação (8). Portanto a metodologia de Karssies & Prosser (1999), em função da erodibilidade do solo, da erosividade da chuva, e dos fatores de relevo: comprimento e grau de declive, determinaram para o Ribeirão Salomea que no trecho estudado apresenta largura de 6 a de 10, diferentes da recomendação do Código Florestal brasileiro (quadro 5), demonstrando a necessidade de faixas ripárias, para as condições de solo e declive das encostas do Ribeirão Salomea, com um terço da largura das recomendações do Código Florestal, que parece superestimar a largura de faixa neste caso.

Quadro 4 – Perdas de solo ($t\ ha^{-1}\ ano$) para solo descoberto nas cinco situações estudadas. Média de 4 repetições.

Tratamentos	Perdas de solo ($t\ ha^{-1}\ ano$)
Solo descoberto a 4 %	2,43
Solo descoberto a 5,3 %	13,34
Solo descoberto a 13,8	16,58
Solo descoberto a 25,8 %	19,10
Solo descoberto a 38,8 %	53,11

Para efeito de recomendação de largura da faixa ciliar do Ribeirão Salomea, a equação (8) obtida, fundamentada na erodibilidade do solo, ou seja, nas taxas de erosão que ocorrem na encosta do riacho Salomea na condição de solo descoberto, que é a condição extrema para o planejamento ambiental, representa uma simplificação na estimativa de largura de mata ciliar, bem como, demonstra pelo coeficiente de determinação (r^2) de praticamente um, que todo processo de assoreamento nesse ambiente fluvial é determinado em função das perdas médias anuais de solo que ocorreram na referida encosta.

$$L = 5 + 0,0952Ps \quad (8)$$

sendo L = largura da faixa ciliar em (m) e, Ps = perdas médias anuais de solo em ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

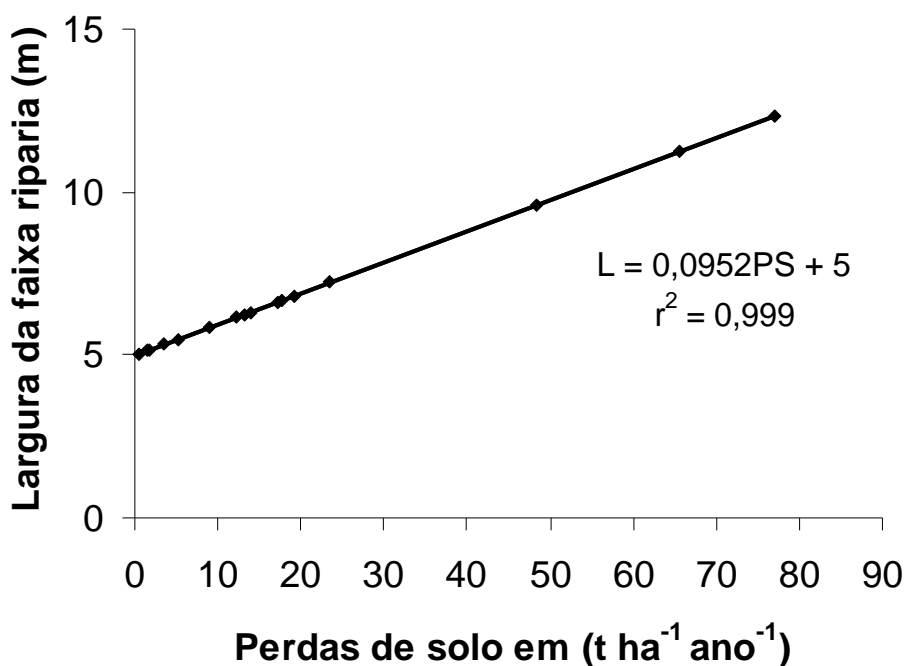


Figura 1 – (L) Largura (m) da faixa ciliar proposta para o Ribeirão Salomea em função das (PS anuais) perdas de solo ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), produzidas na encosta local.

Quadro 5 – Larguras da faixa ciliares encontradas em função das perdas médias anuais de solo (quadro 4), e as recomendações do Código Florestal Brasileiro. Média de 4 repetições.

Tratamentos	Larguras (m)	Largura de acordo com Código Florestal (m)
Solo descoberto a 4 %	5,23	30
Solo descoberto a 5,3 %	6,26	30
Solo descoberto a 13,8	6,57	30
Solo descoberto a 25,8 %	6,82	30
Solo descoberto a 38,8 %	10,05	30

4. CONCLUSÕES

1. A erodibilidade encontrada para o Chernossolo órtico típico estudo, segundo a metodologia da Equação Universal de Perdas de Solo foi de $0,0030 \text{ t}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ Mj mm}^{-1}$;
2. As larguras de faixa ciliar determinadas, para a faixa de declive explorada de 4 a praticamente 40%, variaram entre 5,23 e 10,05 m, para as condições do Chernossolo órtico típico descoberto, constituindo-se em um terço da recomendação do Código Florestal Brasileiro,
3. A metodologia testada, baseada na erodibilidade de solo, na erosividade das chuvas e da topografia local, dimensionou convenientemente a largura da faixa ciliar do Ribeirão Salomea, para as taxas de erosão apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, R.S.S.; SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F.; MATOS, A. T. de. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Agriambi**, v.5, n.1, p. 124-130, 2001.

ARAÚJO, Q. R.; ARAÚJO, M. H. S.; SAMPAIO, J. O. Análise do risco de erosão em microbacias hidrográficas: estudo de caso das bacias hidrográficas dos rios Salomé e Areia, sul da Bahia. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F.M. (Org.) **Conceito de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: EDITUS, 2002. p. 163 – 177.

BARTON, J. L.; DAVIES, P. E. Buffer strips and streamwater contamination by atrazin and pyrethroids aerially applied to Eucalyptus nitens plantations. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 56, n. 3, p. 201-210, 1993.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 15 de set. 2003.

BREN, L. J.; Riparian Zone, Stream, and Floodplain Issues: arreview. **Journal of Hidrology**, Australian, v. 150, p 277-229, 1993.

CANTALICE, J.R.B. **Escoamento e erosão em sulcos e entressulcos em distintas condições de superfície do solo**. 2002. 141f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CALEGANI, A.; VIEIRA, M. J. **Uso e manejo dos solos de baixa aptidão agrícola**. Londrina: IAPAR, 1999. 53p. (IAPAR circular técnica).

CLINNICK, P. F. Buffer strip management in forest operations: A Review. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 48, n. 1, p. 34-45, 1985.

COGO, N.P.; LEVIEN R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v 27, p 743-753, 2003.

CRESTANA, C. S. M. Recomendação das Áreas de proteção ambiental.1993. Disponível em <<http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/12protecaoambiental.htm>> Acesso em: 05 mai. 2004.

DAVIDE, A.C; FERREIRA, R.A.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V.21, n.207, p. 65-74. nov/dez.2000.

ENTRY, J. A. ; EMMINGHAM, W. H. Nutrient content and extractability in riparian soil supporting forests and grasslands. **Applied of Soil Ecology**. v. 4, p.119-124, 1996.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. p.619.

GALINDO, I. C. de L. **Relação entre erodibilidade e características de solos representativos do Nordeste brasileiro**. 1990. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

KARSSIES, L. E.; PROSSER, P. Guidelines for riparian filter strips for Queensland Irrigators. Camberra: **CSIRO Land and Water**, 1999. 39f.

KUSEMETS, V. ; MANDER, U. Ecotechnological measures to control nutrient losses from catchments: Water. **Science of Technology**, Elmsford, v. 40, n. 10, p. 195-202,1999.

LAL, R. Soil erosion by wind and water: problems and prospect. In:_____ **Soil Erosion** research methods, 2. ed. Ankey: Soil and Water Conservation Society of America, 1994. p. 19

NACIF, P. G. S. **Ambientes naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, com ênfase nos domínios pedológicos**. 2000, 132f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

SALVADOR, N. ; SILVEIRA, R. C. Uso de um simulador de chuvas no estudo de perdas de solo e água em parcelas com resíduos culturais de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 63-66, 1985.

SILVA, I. de F. da; ANDRADE, 1. P. de CAMPOS FILHO, O. R. Erodibilidade de seis solos do semi-árido paraibano obtida com chuva simulada e método monográfico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p. 283-287, 1986.

SCHÄFFER W.B. & PROCHNOW, M. Mata Atlântica. p. 12-46. In: _____. **A Mata Atlântica e você**: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira, Brasília, DF, APREMAVI, 2002. 152 p.

SOUZA, E. B. **Dimensionamento de faixa ciliar em um planossolo do rio capibaribe**. 2004, 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

WATSON, D. A.; LAFLEN, J. M. Soil strength, slope and rainfall intensity effects on interrill erosion. **Transactions of the ASAE**, St Joseph v. 29, n.1, p. 98-102, 1986.

WISCHMEIR, W. H. Estimative the cover and management factor for undisturbed areas. IN: SEDIMENT YIELD WORKSHOP, 1972, Mississipi. **Anais...** Mississipi : USDA, Sediment Laboratory, 1972.

WISCHMEIR, W. H.; SMITH D. D. Prediction rainfall erosion losses: a guide to conservation planing. Washington: USDA – Agricultural research, 1978, **Agricultural handbook**, 537p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados de perdas de solo para os dois ambientes demonstrados neste trabalho, serviram para ressaltar a importância da declividade e da cobertura vegetal sobre o solo, mostrando também a eficiência das gramíneas na contenção destas perdas, mas, devido aos fatores que o ambiente é exposto no sistema de pastagem, torna-se muito menor a sua proteção, quando comparada com o sistema cacauero em sistema agroflorestal, onde o solo é protegido tanto por uma camada de serrapilheira, como pela interceptação vegetal através da copa das árvores. Assim, este estudo serviu, para demonstrar a importância do ecossistema cacauero na manutenção da estabilidade dos recursos naturais. Em relação ao dimensionamento das áreas ciliares os resultados são animadores, mas ainda estão em desenvolvimento científico, uma vez que a metodologia deste trabalho para dimensionamento das áreas ciliares tenha-se mostrado segura quanto a função destas na contenção de sedimentos, mas ainda é importante verificar uma largura de faixa com segurança no que tange aos outros fatores, como: poluição por contaminantes, e um habitat mínimo necessário para a fauna e a flora.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.