

EROSÃO DE SOLOS SOB O CULTIVO DO TABACO (*NICOTINA TABACUM*) EM UMA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE IRATI PARANÁ.

Valdemir Antoneli

Prof. Geografia da Universidade Estadual do Centro Oeste Campus de Irati- PR
vdantoneli@pop.com.br

João Anésio Bednarz

Guadando de Geografia da Unicentro

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de erosão de solos no cultivo do tabaco (*nicotina tabacum. L*) em uma pequena propriedade, sob plantio convencional em Irati – Pr. Utilizou-se do método de áreas de contenção, sendo estimadas taxas de deposição de sedimentos, oriundos de uma área de 1.432 m². A fumicultura na Região Centro Sul do Estado do Paraná (onde a área de estudos está inserida), é uma das alternativas viáveis das pequenas propriedades, por utilizar uma área de apenas 2,5 ha para geração de renda. O desencadeamento dos problemas ambientais causados por esta atividade está pautado, em alguns casos, na utilização de áreas com declives acentuados (>30%). O plantio convencional do tabaco é realizado sob um camalhão (murundus). A construção deste camalhão contribui para a formação de um canal efêmero de escoamento da água da chuva. A concentração de água na entrelinha (entressulco), potencializa as perdas de solo, principalmente, por haver remobilização constante deste solo para eliminação das ervas daninhas. Após o monitoramento de uma safra (setembro a fevereiro), foram estimadas perdas em torno de 27,5 t/ha sendo considerada uma taxa alta, pois se refere apenas ao período em que o solo estava sob o cultivo do tabaco.

Palavras chaves: uso do solo; pequena propriedade, erosão de solos; fumicultura; Irati

EROSION OF SOILS TOBACCO PLANTATION (*NICOTINE TABACUN. L*) IN A SMALL PROPERTY IN IRATI PARANA

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the rate of soil erosion in the cultivation of tobacco (*nicotine tabacum. L*) in a small property under conventional tillage in Irati-Pr. Was used the method of containment areas, estimated rates of sedimentation, produced by an area of 1.432 m². The tobacco culture in the Central Region of the State of Paraná (where the study area is inserted), is one of the viable alternatives for small property, to use an area of only 2.5 ha to generate income. The triggering of the environmental problems caused by this activity is guided, in some cases, the use of areas with steep slopes (> 30%). Conventional tillage tobacco is performed under a mound. The construction of this ridge (mounds) contributes to the formation of an ephemeral channel flow of rainwater. The concentration of water in the leading enhances soil loss, mainly because there is constant remobilization of soil to eliminate weeds. After monitoring a harvest (September-February), losses were estimated at around 27,5 t/ha is considered a high rate, as it refers only to the period in which the soil was under tobacco cultivation.

Key words: land use, small property, erosion of soil, culture of the tobacco; Irati

Recebido em 28/09/2010

Aprovado para publicação em 07/12/2010

INTRODUÇÃO

A erosão de solos agrícolas é um dos problemas que assolam as propriedades rurais, causando sérios prejuízos, como a diminuição da produtividade, aumento do uso de fertilizantes, diminuição da capacidade de retenção da água no solo, contaminação dos corpos hídricos, dentre outros fatores.

A magnitude das perdas por erosão depende de uma série de fatores, dentre os quais destacam-se a cobertura vegetal (Silva, 1986), a declividade da área (Watson e Lafren, 1986; Amorim *et al.*, 2001; Cogo *et al.*, 2003), o tipo de uso do solo (Guerra *et. al* 1999), e a energia cinética da chuva (Guerra 1998; Evans,1980).

Em muitos casos, a erosão toma dimensões mais acentuadas tornando-se irreversíveis principalmente quando se referem a pequenas propriedades. Geralmente essas pequenas propriedades ocupam áreas impróprias para a agricultura devido suas características morfológicas. Sendo esta, uma característica das pequenas propriedades da Região Centro sul do Estado do Paraná.

Nas grandes propriedades já há uma conscientização maior, por parte de alguns proprietários, com adoção de práticas conservacionistas, como o plantio direto, cobertura vegetal de inverno no período de entre safra, utilização de curvas de níveis, dentre outras práticas adotadas que ajudam a controlar os processos erosivos. Outro fator que pode ser levado em consideração sobre a utilização de práticas conservacionistas nas propriedades de dimensões maiores, são as características destas áreas. Geralmente estão associadas a solos profundos com relevo suaves, facilitando assim o uso de implementos agrícolas. Vale ressaltar que a agricultura mecanizada das grandes propriedades influencia os processos erosivos desde que sejam realizadas práticas conservacionistas.

Já as pequenas propriedades, em sua maioria, não apresentam condições de mecanização devido às características físicas (declividade, tipo de solo dentre outros). Por estas questões a fumicultura acaba sendo a alternativa mais rentável na Região Centro Sul Paraná, pois com apenas 2,5 hectares, é possível gerar o sustento de uma família (AFUBRA 2008).

A fumicultura na atualidade, apesar de causar alguns problemas de ordem social e ambiental, acaba por ser uma das melhores alternativa para a pequena propriedade, gerando uma renda suficiente para sustentar uma família de 4 pessoas com apenas 2,5 hectares de terra. Portanto, a cultura do tabaco se caracteriza pela produção familiar e absorção maciça de mão-de-obra em pequenas propriedades, situadas em grande parte em regiões de topografia acidentada, o que dificulta a mecanização. Essa dificuldade de mecanização propicia a permanência da mão de obra familiar no campo. Vale ressaltar que esta atividade é a mais rentável na Região Centro Sul do Paraná e em linhas gerais ela também é importante fonte de renda em diversos municípios do Sul do Brasil.

Existem alguns condicionantes que contribuem com a questão supracitada, como, por exemplo, o próprio clima ameno na região, que dificulta a diversificação das atividades. Segundo dados da AFUBRA (2008), está havendo um aumento nas áreas destinadas a fumicultura, nos últimos anos, em decorrência da abertura de novos mercados externos, principalmente pela diminuição da produção e exportação do produto por parte de alguns países. Outra questão importante que contribui para o aumento das áreas de plantio é em relação à comercialização do produto que é garantida por uma empresa fumageira. Não cabe aqui, discutir as relações existentes entre o produtor e as empresas que financiam toda produção que vai ser pago com o próprio produto, mas isso assegura a venda do produto, e estimula o produtor a aumentar suas áreas de lavoura de tabaco.

Este aumento não implica apenas na inserção de novos produtores, mas sim no aumento das áreas cultiváveis das propriedades que já praticam esta atividade. Este aumento está relacionado também a inserção da tecnologia na atividade fumageira, como, por exemplo,

estufas elétricas, controladores de umidade e temperatura para cura (secagem) das folhas, uso de agrotóxicos, dentre outras técnicas que facilitam toda a atividade. Neste contexto, o aumento das áreas de cultivo das propriedades está relacionado a inserção de áreas que até então eram consideradas impróprias para o cultivo ou por estarem sob o domínio de outro tipo de uso do solo como pastagens ou áreas de Faxinal (sistema agrosilvopastoril característico da Região Sul do Estado do Paraná). Cabe aqui fazer um adendo e explicar em linhas gerais o sistema de Faxinal, por este ser uma forma de uso e ocupação característica da Região Centro Sul do Estado do Paraná.

Segundo Chang (1986), o Sistema Faxinal pode ser entendido como “uma forma particular de aproveitamento da mata, cuja peculiaridade se assenta sobre o uso comum da terra para a criação extensiva de animais e para o extrativismo de erva-mate”. Vale lembrar que apenas o uso da terra é comum, pois a propriedade continua sendo privada. Segundo a mesma autora, o Sistema Faxinal está assentado sobre três variáveis; criação extensiva de animais em áreas comuns; extração de erva-mate e secundariamente de madeira também dentro do criadouro comum e; policultura alimentar nas terras de plantar que se localizam fora dos domínios do Sistema.

As propriedades localizadas nas áreas de Faxinal na Região, giram em torno de 1 a 2 hectares por família, sendo toda ela destinada ao Criadouro Comum. Carvalho, (1984); o criadouro comunitário é uma forma de organização consuetudinária que se estabelece entre proprietários da terra para sua utilização comunal, tendo em vista a criação de animais de forma extensiva nas áreas destinadas aos faxinais. A área de um criador comunitário é constituída por várias parcelas de terras de distintos proprietários, formando, umas ao lado das outras, um espaço contínuo (sem restrição de propriedades). Do ponto de vista econômica, esta atividade não é viável e isso fez com que diversos faxinalenses transformassem suas propriedades de uso comum em áreas privadas (restrição das propriedades) e, a fumicultura foi sendo inserida gradativamente nestas áreas, aumentando assim a área de cultivo na Região. Por ser uma atividade que pode ser desenvolvida com o uso de tração animal, algumas áreas impróprias para a agricultura (declivosas), forma transformadas em áreas de cultivo, potencializando assim as perdas de solo ao longo do cultivo.

O cultivo do tabaco, por ser uma atividade de cultivo temporário, acaba apresentando alternâncias de perda de solo durante um ano. Entre os meses de abril a agosto, os solos das áreas agricultáveis estão sob influência da cobertura vegetal de inverno. O cultivo do tabaco é efetuado de setembro (período do plantio) a março (término da colheita). O cultivo pode ser realizado de duas formas no Sistema de Plantio Direto com Camalhões (SPDcC) e no Sistema de Plantio Convencional (SPC). Para o manejo convencional é preciso fazer camalhões (murundus) de aproximadamente 30 cm de altura para o plantio com intervalos de aproximadamente 1,3 metros nas entrelinhas no início do cultivo (setembro). Já o sistema de Plantio Direto com Camalhões, o camalhão é construído no mês de abril (antes da semeadura de inverno) e, no período de plantio (setembro) desseca a cobertura vegetal e efetua-se o plantio sob a camada morta.

Esses camalhões se tornam canais efêmeros que acabam concentrando água da chuva e promovendo um fluxo maior potencializando as perdas de água e solo. Desde o plantio até o início da colheita (setembro a dezembro) o solo no plantio convencional é revolvido constantemente para a limpeza das ervas daninhas e para aumentar a zona de aeração das raízes. Após o início da colheita (final de dezembro), o solo não é mais revolvido. Deste modo, o solo sofre uma maior compactação devido ao trânsito dos animais e dos agricultores sobre as entrelinhas no período de colheita, conseqüentemente, ocorre maior concentração de água na superfície, promovendo fluxos concentrados com poder maior de remoção de solo. São realizadas entre 8 e 10 colheitas por safra (em torno de uma colheita por semana, no período de maturação), isso significa que há um constante pisoteio sobre as entrelinhas, pois utiliza-se a tração animal para fazer o transporte das folhas coletadas das entrelinhas. A tabaco apresenta um estágio de crescimento rápido, no estágio de maturação (3 meses após o

plântio), chega a atingir em média 1,5 metros de altura, com aproximadamente 20 folhas em cada planta. As folhas apresentam em média um comprimento de 60cm e largura de 40cm. Nas entrelinhas a largura é de aproximadamente 1,3m. Isso significa que no estágio de maturação (colheita) da planta, o solo fica recoberto, porém há um fator que pode potencializar a erosão.

As folhas tornam-se coletoras de água da chuva promovendo maior salpico² e aumento do fluxo na base do caule (fluxo por tronco) causando erosão dos murundus. Além disso, o escoamento da água nas entrelinhas tem forte potencial erosivo que é agravado devido serem os sulcos construídos em desnível, já que uma das finalidades é drenar a água do interior da lavoura.

O conjunto de sulcos de uma área de cultivo se conecta com os carregadores dentro da própria área agrícola que serve como via de circulação e transporte da produção e, esses carregadores internos se conectam com as estradas principais de circulação entre as propriedades. Neste contexto, o excedente de água das entrelinhas que atingem as estradas, acaba se conectando aos canais fluviais, aumentando a entrada de material (sedimento) nos corpos hídricos.

Antoneli (2004), ao mensurar a produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica no Município de Guamiranga Paraná, onde a atividade fumageira é responsável por 85% das áreas agrícolas da bacia, constatou que há um aumento de 30% na carga de material suspenso transportado pelo rio nos períodos em que a bacia está sob influência da fumicultura (setembro a março).

Antoneli e Thomaz (2009), ao correlacionar o calendário agrícola com a produção de sedimentos na área de estudos, constataram que o manejo da fumicultura potencializou sobremaneira a produção de sedimento. A morfologia da planta e, sobretudo, o revolvimento constante do solo por meio da formação de sulco em desnível facilitam o destacamento e o transporte de partículas. Dessa forma, nas áreas cultivadas com tabaco, tanto a erosão interna nas propriedades, quanto a transferência de sedimento para fora das propriedades merecem investigações mais detalhadas. A conexão das propriedades através de caminhos, carregadores e estradas amplia a transferência de sedimento, bem como a ligação direta entre vertente (área fonte) e canal fluvial.

Corroborando com esta questão Heathwaite *et.al* (1990), afirma que a variação na dinâmica do uso do solo ao longo do ano, promove variações nos percentuais de infiltração e por conseguinte altera as estimativas de perda de solo. Esta variação (solo exposto – solo coberto) em áreas agrícolas promove alterações na densidade aparente do solo, refletido diretamente também na redução da porosidade.

Cabe discutir também os índices de cobertura do solo sob o cultivo do tabaco, pois devido a morfologia da planta, as respostas erosivas são diferenciadas. Denardin *et al.* (2003), concluem que a cobertura de solo quer seja com plantas vivas ou com resíduos de plantas, possui potencial para reduzir em até 100 % a energia cinética da chuva. Mas segundo os mesmos autores, a cobertura do solo, não apresenta essa mesma eficácia para dissipar a energia erosiva da enxurrada que flui na superfície do solo sob a cobertura vegetal. Portanto o manejo do solo agrícola propicia diferentes respostas erosivas. Sendo assim, as áreas agrícolas disponibilizam diferentes taxas de sedimentos para o transporte, pois dependem do tipo de cultura, da forma como é efetuado o preparo do solo e como é realizado o plântio.

Portanto este artigo tem como objetivo avaliar a estimativa de perda de solos em uma área com cultivo do tabaco de 1.432 m² na safra de 2008/2009, a qual apresenta algumas restrições morfopedológicas (solos rasos de encostas). Sendo estimada a perda de solo apenas durante

² Erosão por salpico - impacto da gota da água da chuva no solo promovendo a desagregação do mesmo. Com a ruptura dos agregados em partículas menores, estas vão preenchendo os poros da superfície do solo contribuindo para o selamento da camada superficial, que reduz a infiltração da água no solo, potencializando o escoamento superficial.

o cultivo (setembro a março). A morfologia da encosta (côncava), contribui para a concentração do fluxo na saída da área de cultivo, onde foi confeccionada uma área de contenção para estimativa de perda de solo ao longo do cultivo.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudos está localizada na zona rural do Município de Irati- PR. As áreas rurais do município de Irati apresentam características semelhantes, ou seja, há um predomínio da agricultura familiar com grande desenvolvimento da agricultura de subsistência (cultivo de milho, feijão, batata e cebola), mas há também nestas áreas o desenvolvimento da agricultura comercial, como é o caso do cultivo da soja e do milho. Dentre as atividades agrícolas voltadas para a comercialização, destaca-se a Fumicultura, prática característica de pequenas propriedades, onde emprega grande parte da mão-de-obra familiar (Figura 1).

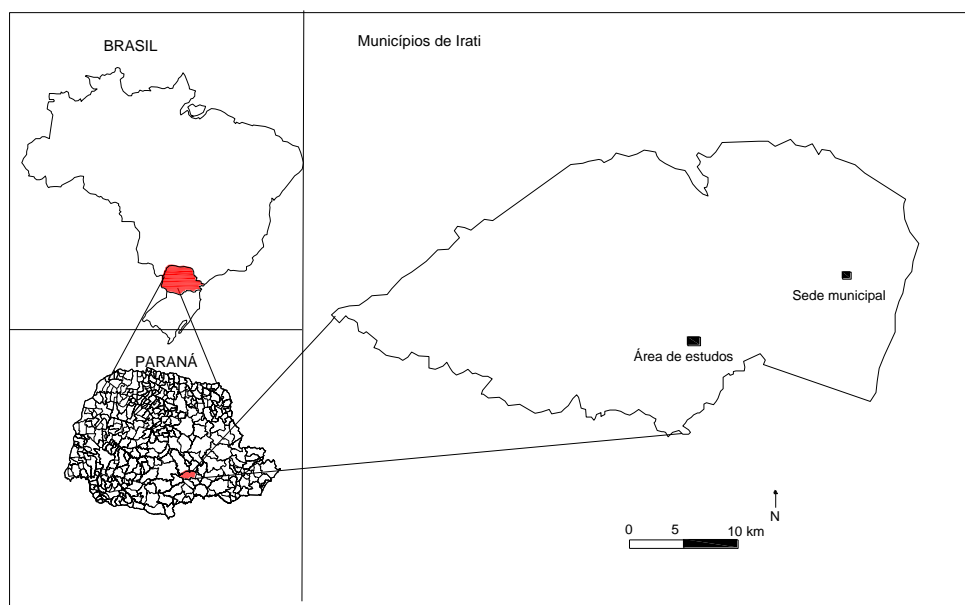


FIGURA 1. Mapa de localização do município de Irati.

Segundo o sistema de classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb, ou seja, subtropical úmido sem estação seca, sendo a temperatura média do mês mais quente, inferior a 22°C, e a do mês mais frio, superior a 10°C, com mais de cinco geadas noturnas por ano Maack (1968).

Quanto à geologia, a área de estudos esta sobre a Formação Teresina, a qual é constituída por argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e esverdeados, ritmicamente intercalados com arenitos muito finos, cinza-claros. Associado a Formação Teresina, encontra-se a Formação Rio do Rastro, o qual é constituído de sedimentos essencialmente arenosos, de cores variadas, situando-se estratigraficamente logo acima da Formação Teresina. De modo geral, a base está constituída por siltitos e arenitos esverdeados e arroxeados e, no topo, encontram-se os argilitos e siltitos avermelhados, com várias intercalações de lentes de arenitos.

Em alguns casos, é possíveis identificar áreas de afloramento do Membro Serrinha, (sub grupo da Formação Rio do Rastro), compreendendo as intercalações de argilitos, arenitos finos e bancos calcíferos, com camadas plano-paralelas e esfoliações esferoidais Mineropar (2001).

As características geológicas da área de estudos contribuem para a formação de um solo raso com declividades entre 8% a 25%, com o aparecimento de áreas com declividades superiores a 45%. A predominância de solos rasos (neossolo litólico), juntamente com áreas de cambissolo, contribui para uma menor participação da agricultura mecanizada. Grande parte das lavouras são compostas pela atividade fumageira. Esta atividade é caracterizada pela utilização de tração animal para o desenvolvimento deste tipo de cultura. Neste sentido, áreas com declividades acima de 25%, acabam sendo incorporados como áreas de cultivo.

A área apresenta uma dimensão de 1.432 m². A vertente apresenta uma forma côncava nos sentidos vertical e horizontal (Rodrigues 1992). As vertentes que apresentam esta geometria são zonas preferências à ocorrência de processo erosivos em razão da convergência dos segmentos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para estimar as perdas de solo ao longo da safra de tabaco 2008/2009, na área de estudos, foi adaptada a técnica de mensuração dinâmica (; Fernandes *et.al.* 2001; Antoneli 2004), a qual consiste na avaliação batimétrica (perfis transversais). Vale ressaltar que os autores supra citados utilizaram esta metodologia para avaliar perfis transversais em estradas rurais e rios. No caso desta pesquisa, foi adaptada apenas a metodologia da batimetria, que possibilitou calcular a área do perfil estudado, e por diferença de valores entre as batimetrias obteve-se o valor real do acúmulo de sedimentos na área de contenção. Portanto a metodologia utilizada que será discutida adiante foi uma adaptação dos perfis transversais com a avaliação da densidade global do solo através da utilização de anéis volumétricos discutido por Thomaz (2008).

Diversos autores ao longo de suas pesquisas discutem metodologia e técnicas que podem ser aplicadas na mensuração de erosão de solo. Dentre elas destaca-se a técnica de pinos de erosão (De Ploey e Gabriels 1980), parcelas de erosão com calhas de Gerlach (Hudson 1993), para coletada de água e solo, mensuração da perda de solo através da simulação de chuva, dentro outras.

Vale ressaltar que existe uma gama de modelos que podem ser aplicados para avaliação dos processos erosivos como USLE (Equação Universal de Perdas de Solo), a RUSLE (Equação Universal de Perdas de Solo Revisada), a WEPP (Projeto de Predição de Erosão Hídrica), dentre outros. No entanto a escolha da adaptação desta metodologia foi para monitorar a saída de sedimentos da área monitorada (parcela natural), com a aplicação desta metodologia foi possível calcular a perda de solo que efetivamente foi exportada para fora da área de cultivo de tabaco.

Para que fosse possível avaliar a perda de solo, foi necessário construir uma área de contenção (trincheira) de 1 x1 m³ a qual foi aberta na parte mais baixa da área de cultivo. Devido à morfologia da área (parcela natural), foi possível construir esta área de contenção, onde o sedimento liberado da área de cultivo é armazenado (Figura 2).

A concavidade da vertente contribuiu para concentração do fluxo de água e sedimentos, sendo necessário a abertura de apenas uma área de contenção no “exutório” da parcela.

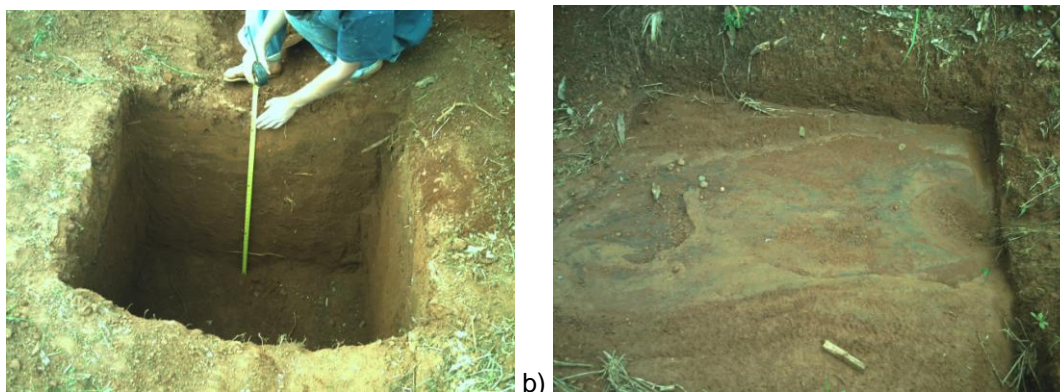


Figura 2. a) construção da área de contenção; b) área de contenção com sua capacidade máxima total de solo retido ao término do monitoramento. Foto Antoneli (2008).

Após cada evento chuvoso, fez-se a batimetria (seção transversal) dos sedimentos retidos na área de contenção, foram efetuadas 9 medidas da espessura dos sedimentos acumulados a cada precipitação (prospecção). Este procedimento foi efetuado com a utilização de uma trena, ou uma régua graduada, (Figura 3).

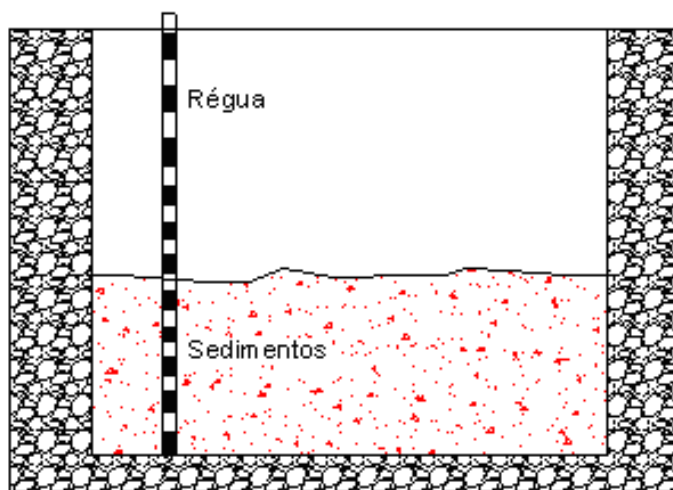


FIGURA 3. Perfil representativo da área de contenção durante a mensuração

Nota= a área de contenção, apresenta uma área de 1 m^3 .

Após as mensurações do banco de sedimento retido na área de contenção, retira-se o sedimento depositado para evitar o acúmulo ao longo do monitoramento além de evitar o extravasamento de material. A precipitação foi monitorada diariamente com um pluviômetro manual instalado na própria parcela. Vale ressaltar que não foi monitorada a precipitação anual, e sim a precipitação referente ao período em que a pesquisa foi desenvolvida.

Para estimar os percentuais de erosão de solo da área monitorada através do acúmulo de sedimentos, faz-se necessário identificar a densidade aparente dos sedimentos retidos. Após cada batimetria são coletados amostras de sedimentos em diversos níveis (alturas) com um anel volumétrico (cilindro de metal) de $95,5 \text{ cm}^3$.

Remove-se o excesso de sedimento das laterais do anel, para que o volume de sedimentos seja o mesmo do volume do anel, (Thomaz 2008). Após as análises laboratoriais do solo coletado (pesagem e secagem), faz-se o cálculo da densidade aparente do solo (sedimento).

Para calcular a densidade aparente do solo, utiliza-se da equação 1

$$D_s = \frac{M_s}{V} \quad (1)$$

Onde:

D_s = Densidade do solo (g cm^3)
 M_s = Massa seca (g)
 V = volume do anel (cm^3)

De posse dos dados de acúmulo de sedimentos na área de contenção e a densidade global dos sedimentos, estipula-se a quantidade em tonelada para a área total.

Para estimar a perda de solo da área, utilizou-se da equação 2

$$E_r = D_s \times A_s \quad (2)$$

Onde:

E_r Erosão de solos (kg)
 D_s = Densidade do solo (g cm^3)
 A_s = Acúmulo de sedimentos (cm)

Para estimar a perda de solo em t/ha, utilizou-se da equação 3

$$E_{ha} = \frac{E_r}{10000} \times \frac{A}{x} \quad (3)$$

Onde:

E_{ha} = Erosão por hectare (t)
 E_r Erosão de solos (kg)
 A = área (m^2)

Quando se propõe a quantificar os percentuais de erosão de solo, é fundamental identificar o grau de declividade em que esta atividade está sendo desenvolvida. Faz-se necessário também identificar o grau de declividade das entrelinhas (declividade horizontal), e a declividade da vertente (vertical) com a utilização de manguueiras de nível.

Vale ressaltar que o cultivo do tabaco e plantado em murundus que devem ser construídos com certa declividade (essa declividade depende do grau de inclinação da vertente), para auxiliar o escoamento de água nas entrelinhas.

Para monitorar a declividade tanto das entrelinhas com da própria vertente, utilizou-se do método de nível de mangueira que é extraído através da diferença de alturas entre duas régua graduadas pré-fixadas em uma determinada distância (Equação 3)

$$D = \frac{\Delta n}{D_s} \times 100$$

Onde:

D = Declividade (%)

Δn = diferença de altura entre as réguas (cm e/ou m)

Ds Distância entre as réguas (m).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A morfologia da área estudada apresenta uma declividade vertical (encosta) de 18% e uma declividade horizontal (sentido transversal da encosta) de 16%. Nas entrelinhas, a declividade média é de 8%. Como a área de estudo apresenta uma forma de vertente côncava nos dois sentidos (horizontal e vertical), o fluxo acaba escoando verticalmente entre as entrelinhas e se concentra sobre o meio do vertente. Neste local houve um rompimento dos murundus das entrelinhas. Este rompimento acabou dando origem a um canal efêmero, que potencializou as perdas de solos. (Figura 4).

Os murundus são construídos em desnível para que o excesso de água escoe, até as laterais da lavoura. Quando os murundus são construídos com um nível baixo de declividade, há um acúmulo de água nas entrelinhas que acabam rompendo os próprios murundus, formando um efeito cascata, onde os murundus situados à jusante acabaram cedendo também.

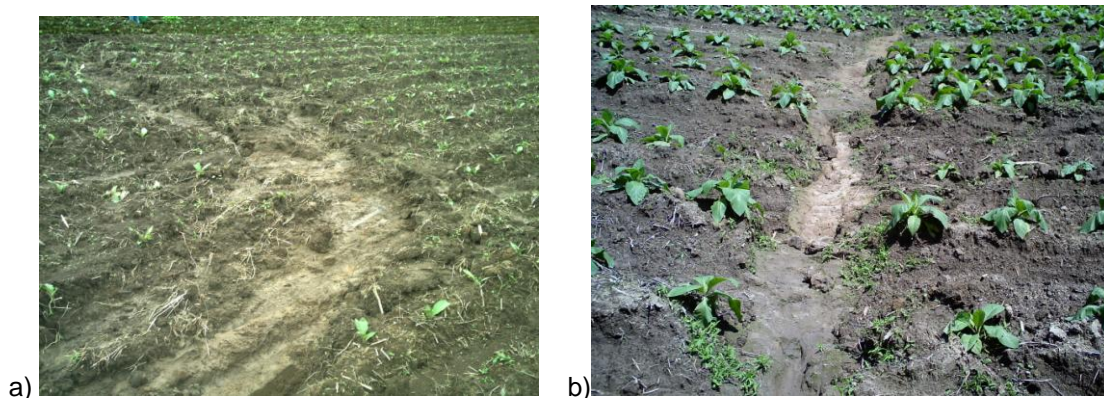


FIGURA 4. Canal escoadouro efêmero formado pelo rompimento dos murundus. (Bednarz 2008).

a) Rompimento dos murundus logo após o plantio;

b) rompimento dos murundus com a ocorrência de um evento logo após o solo ser revolvido para eliminação das ervas daninhas.

Na figura 4 a), o solo ainda não havia sido revolvido para a eliminação das ervas daninhas, já a figura 4 b) nota-se que o estágio de crescimento está em torno de 15cm de altura, portanto o índice de cobertura do solo é de aproximadamente 5%, ou seja, 95% do solo está exposto. Os murundus haviam sido revolvidos através da utilização de implementos agrícolas de tração animal (carpideira e cultivador) além da capina através da utilização de enxadas. Este revolvimento torna-se constante até a cultura alcançar o estágio de maturação (de 3 a 4 meses após o plantio). Esta prática acaba promovendo uma maior disponibilidade de solo para o transporte.

A erosão transversal (figura 4 b) promove uma série de problemas não só pela grande quantidade de solo removido, mas pelos prejuízos causados através da remoção dos pés de tabaco, além dos defensivos agrícolas e fertilizantes aplicados no início do plantio que a erosão acaba carregando. A abertura dessas ravinas promove uma micro depressão na vertente, por onde o fluxo passa a atuar com maior intensidade. Quando da ocorrência dessas ravinas nas lavouras, os agricultores logo remobilizam o solo das entrelinhas e camalhões para obstruir o fluxo de água transversal. Mas o material (solo) que é preenchida a ravina é um material inconsolidado, o que promove uma nova abertura de ravina quando da ocorrência de precipitações mais intensas. Para avaliar os percentuais de erosão de solo,

foi preciso monitorar a pluviosidade da área, não sendo identificado a pluviosidade anual, apenas a pluviosidade durante o monitoramento (safra).

TABELA 1

Avaliação da pluviosidade do período de monitoramento correlacionado com o total de retenção de sedimentos na área de contenção na safra de tabaco de 2008/2009.

meses	Número eventos	Precipitação mm	% Precipitação acumulada	Retenção Sedimentos cm ³	Porcentagem retenção
Set/2008	2	36	3,6	10	2,8
Out/2008	11	343	34,8	137,3	39,4
Nov/2008	5	124	12,6	50	14,3
Dez/2008	2	40	4,1	16	4,5
Jan/2009	9	180	18,2	67	19,2
Fev/2009	11	264	26,7	68	19,5
Total	38	987	100,0	348,3	100,0

O mês de outubro e o mês de fevereiro apresentaram os maiores números de eventos chuvosos (11 eventos). Grosso modo, a cada dois ou três dias ocorreu uma chuva. Apesar de os números de eventos serem iguais, as distribuições do total pluviométrico foi diferente. O mês de outubro apresentou um percentual em torno de 29,9% superior ao mês de fevereiro. Já mês de setembro e dezembro apresentaram o mesmo número de eventos (2) com uma pluviosidade muito parecida (36 e 40 mm, respectivamente).

Quando confrontados os valores de retenção de sedimentos na área de contenção com os índices pluviométricos entre os meses de outubro e fevereiro, conclui-se que apesar do número de eventos ser o mesmo e a quantidade de precipitação apresentar uma variação de 29,9 % superior, o mês de outubro contribuiu com um acúmulo de sedimentos de 137,3 cm e, em contra partida o mês de fevereiro apresentou 68 cm, ou seja, um aumento em torno de 102%. Este aumento na estimativa de acúmulo de sedimentos está atrelado, as formas de manejo da cultura, pois no mês de outubro o solo é revolvido constantemente (semanal). Nesta fase da cultura, há uma maior exposição do solo, por a planta de tabaco ainda estar em seu estágio inicial de crescimento. Já no mês de fevereiro (término da colheita), o solo está mais compactado, devido a ausência de revolvimento o que implica em uma redução nos índices de infiltração e, por conseguinte uma disponibilidade maior de água na superfície para o escoamento superficial.

Em caminhamentos pela área de estudos, observou-se que durante o estágio de colheita (período em que o solo não é mais revolvido), o escoamento superficial e a produção de sedimentos se portaram de forma diferenciada em relação ao início do cultivo. Esta questão pode ser atribuída à concentração de água na entrelinha que é potencializada pela morfologia das folhas do tabaco. As folhas do tabaco atuam como calhas coletoras de água, que acabam direcionando o fluxo que se constrói na própria folha para a entrelinha, potencializando as perdas de solo. O mês de dezembro foi responsável por apenas 4,3% dos percentuais de precipitação. Neste mês o agricultor diminui o revolvimento do solo para eliminação das ervas daninhas, por se iniciar a colheita. Por a pluviosidade deste mês, ser considerada atípica, com volume baixo de precipitação em relação à média mensal da região (Antoneli 2004), os percentuais de erosão (acúmulo na área de contenção) foram menores, chegando apenas a 4,8%. Neste mês ocorreram apenas duas chuvas, (10 mm, e 30 mm/dia), mas como o solo estava muito seco o escoamento foi quase inexistente.

O solo que chegou até a área de contenção neste mês, foi apenas o material que havia sido depositado ao longo do canal escoadouro (ravina) formado pela intensa precipitação do mês anterior. Os dados de pluviosidade foram correlacionados com os dados de acúmulo de sedimentos dentro da área de contenção (figura 5).

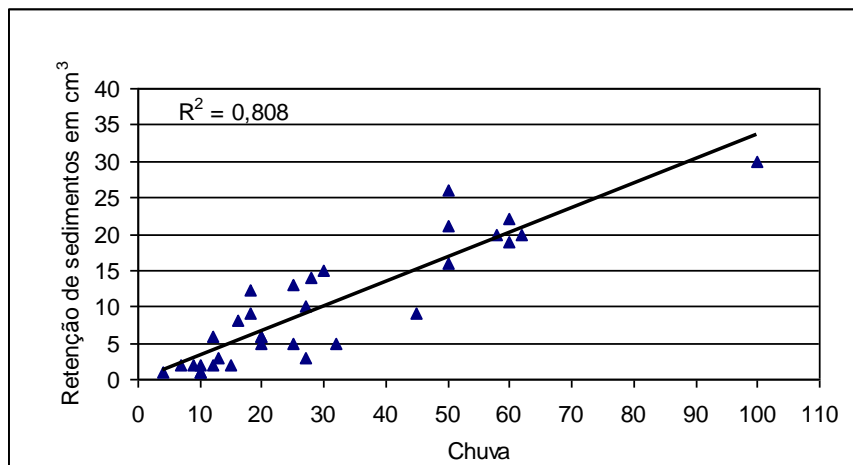


FIGURA 5- correlação entre a pluviosidade e o acúmulo de solo na área de contenção durante a safra 2008/2009.
Nota – N= 32

Com base na figura 5, conclui-se que há uma alta correlação entre a precipitação e a retenção de sedimentos na área de contenção. Sendo que cerca de 80% do sedimento acumulado, é influenciado pela precipitação.

Como o passar dos meses de monitoramentos, as plantas foram atingindo estágios de crescimento diferentes, aumentado assim o índice de cobertura do solo promovido pelas plantas do tabaco. No entanto os percentuais de erosão dos solos apresentaram intensidades semelhantes ao início do monitoramento onde o solo estava com 95% de exposição. Conclui-se, portanto que o aumento da cobertura do solo pela cultura de tabaco, não implica de forma efetiva na redução das perdas de solos. Wischmeier e Smith, (1978), concluem que a cobertura do solo pelos resíduos é mais eficaz no controle da erosão do que a cobertura do solo pela copa das plantas, pois estas, mesmo interceptando as gotas de chuva, permitem que elas, ao precipitarem da copa, adquiram energia cinética suficiente para provocar erosão se o solo estiver descoberto, principalmente se o cultivo for realizado em camalhões que acabam potencializando a formação de sulcos nas entrelinhas. Aliado a isso, a potência de fluxo e a erosão em sulcos pré-formados é muito alta (Cantalice *et. al.* 2005). Segundo Knighthon (1998), citado por Antoneli e Thomaz (2010) o transporte de sedimento realizado por escoamento superficial em ravinas (sulcos) é extremamente potente sendo responsável por 50 a 90% dos sedimentos removidos de uma vertente, quando este tipo de forma erosiva esta presente. Nota-se que nas práticas culturais da fumicultura estes elementos (salpico e sulcos) estão presentes ao longo do cultivo.

Outra questão é a morfologia das plantas do tabaco, durante o período em que o solo está sendo revolvido, a cobertura do solo através das plantas é pequena, no entanto a água que atinge a planta acaba se concentrando no próprio camalhão, pois folhas no estágio de crescimento da tendem a convergir a água para que ocorra o fluxo de tronco.

Corroborando com esta questão, Leite *et. al* (2004), analisando as perdas de água e solo entre as culturas de milho e feijão, levando em consideração a diferença de arquitetura entre as plantas de milho e feijão, observou-se, durante as chuvas simuladas, expressivo fluxo de água pelos colmos no milho, o que contribuiu para que a água atingisse a superfície do solo com

mínima energia de impacto, facilitando, assim, a infiltração no solo nessa cultura, ou seja a morfologia da planta de milho, convergia a água para o tronco. Estas questões influenciam de forma efetiva perda de solo da fumicultura (figura 6).

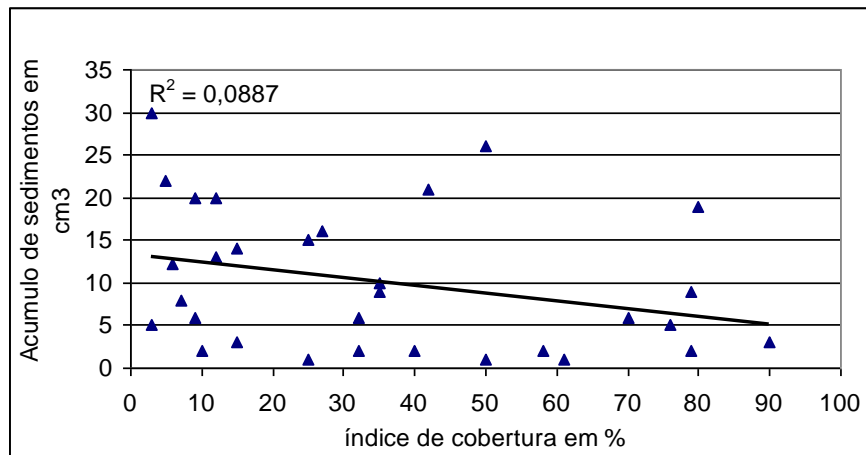


FIGURA 6. Relação entre acúmulo de sedimentos/ índice de cobertura do solo sob o plantio do tabaco.

Nota; vale ressaltar que a cobertura do solo, não se refere à cobertura morta, e sim a cobertura promovida pela própria planta de tabaco.

Nota- N= 32

A Figura 6 mostra que praticamente não há correlação entre a cobertura do solo com as taxas de acúmulo do solo nas áreas de contenção, sendo que apenas 8,8% do acúmulo sedimentos é influenciado pelo índice de cobertura. Quando o solo apresenta um percentual acima de 75% de exposição (período de plantio e capina), o efeito atua com maior intensidade. Nesta etapa do cultivo, o revolvimento do solo é constante (semanal), isso faz com que a camada superficial se torne mais susceptível a erosão quando da ocorrência de eventos chuvosos com intensidades maiores (>30 mm/h). Em eventos de menor volume de chuva, o solo consegue absorver grande parte da água, diminuindo assim as perdas de solo por escoamento superficial, pois o revolvimento constante influencia no aumento da zona de aeração da camada superficial. Outro fator que deve ser levado em consideração quando do revolvimento deste solo são as microsaliências que o próprio revolvimento proporciona nas entrelinhas, elas atuam como locais de acúmulo de água e solo nas precipitações de baixa intensidade. Essas microsaliências (pequenas depressões), são causadas por diversos mecanismos, pode ser pelo próprio pisoteio dos animais que estão puxando o equipamento para o revolvimento do solo ou por torrões do solo que foram revolvidos formando assim pequenas barragens na entrelinha.

Neste sentido, com chuvas de menor intensidade o fluxo da água não consegue ultrapassar estes obstáculos. Mas em eventos de maiores proporções o fluxo preenche as micro depressões e destrutura os torrões diminuindo a rugosidade superficial da entrelinha, proporcionando uma carga maior de sedimentos transportados pelo próprio fluxo. Quando o solo apresenta índices de exposição inferior a 30% (início da colheita), a tendência é de aumentar o fluxo de água e sedimento nas entrelinhas, devido à morfologia das plantas, que ao atingirem o estágio de maturação apresentam um comprimento de aproximadamente 50 cm e uma largura de 30 cm. As folhas atuam, devido o seu formato, como áreas coletoras de água da chuva e promovem um fluxo contínuo sobre a parte central da mesma. Isso faz com que haja uma maior concentração de água nas entrelinhas, promovendo assim um maior escoamento superficial. Na maioria dos eventos que ocorrem neste estágio das plantas, o solo do murundu acaba por não receber água, ou seja, a interceptação é quase total.

O mês de janeiro foi o período em que se intensificou a colheita. Neste estágio a cultura é responsável por cerca de 70% de cobertura do solo, isso implica na redução da luz solar que atinge o solo e, por conseguinte na redução da germinação das ervas daninhas. As raízes da planta de tabaco acabam se entrelaçando na entrelinhas, sendo este um dos motivos pelo qual a utilização de implementos de tração animal (carpideira, búfalo, arado e cultivador) não é utilizada durante a colheita. O mês de fevereiro, a colheita está em seu estágio final, neste período as folhas do tabaco atingem aproximadamente 70 cm de largura e 60 cm de comprimento, o solo esta com cerca de 95% de cobertura, ficando difícil de identificar os camalhões (Figura 7)



a) b)
Figura 7 – Cobertura do solo no estágio de colheita do fumo.
Nota- a) solo coberto (5% exposição)
b), evidenciam-se alguns locais no camalhão onde a solo esta totalmente seco.

Através da figura 7, percebe-se o grau de cobertura do solo (95%), mas quando avaliada a produção de sedimentos neste estágio (tabela 2), verifica que há um aumento nos percentuais de remoção de solo. Para explicar este fato, é necessário tomar por base o formato das folhas de fumo. No estágio final de maturação elas acabam “desabando” (envergando), devido o seu peso, aumentando assim a área de coleta de água, e a concentração de água por salpico em um único local. Se elaborado um comparativo entre o acúmulo de solo na área de contenção correlacionando com o índice de cobertura do solo, conclui-se que com o aumento da cobertura de solo (período da colheita), há uma perda maior de solos. Os valores de acúmulo de solo nas áreas de contenção permite calcular o total de erosão da área de estudos, além de estimar o percentual da perda de solo por hectare.

TABELA 2

Estimativa das taxas de perdas de solos sob o cultivo do tabaco.

Meses	Retenção de sedimentos cm	Densidade Aparente g/cm ³	Total erosão Kg (área)	Estimativa Erosão t/ha
Set/2008	10	1,2	12	0,83
Out/2008	137,3	1,20	1. 640	16,4
Nov/2008	50	1,19	595	4,15
Dez/2008	16	1,19	184	1,28
Jan/2009	67	1,20	770,5	5,37
Fev/2009	68	1,21	754,8	5,26
total	338,3	xx	3. 956	27,58

Nota- a estimativa de perda de solos por hectare refere-se a extrapolação dos valores encontrados na área de estudos. Nos caminhamentos pela área de estudo durante o monitoramento, foi verificado que durante o estágio de plantio e capina (setembro a dezembro), a perda de solo foi estimada em 17,68 t/ha (56%). Já nos dois meses em que o solo não é revolvido (janeiro e fevereiro), a erosão é representada por 44% do total. Já a precipitação durante o estágio de plantio e capina foi de 543 mm (55% do total) e, o estágio de colheita da colheita a precipitação foi de 444mm (45%).

O diferencial pode estar na distribuição destas precipitações. Cita-se como exemplo o mês de outubro de 2008, onde a precipitação foi cerca de 34,8% do total, este percentual elevado em relação aos demais meses, potencializou as perdas de solo, devido ao número maior de chuvas. Analisando por este prisma, conclui-se que a precipitação influencia diretamente nas perdas de solo em todos os estágios do cultivo. Mas vale ressaltar que no estágio da colheita, a erosão passa a ser mais efetiva na entrelinha, pois o camalhão está coberto pela planta do tabaco.

O revolvimento constante do solo apesar de disponibilizar grandes quantidades de solo para o transporte, não é o principal responsável pela erosão do solo sob cultivo do tabaco. Quando a planta está em seu estágio inicial (durante o revolvimento constante do solo), as folhas também atuam como calhas coletoras, mas por elas não atingirem seu peso máximo, sem desabar, o fluxo acaba sendo direcionado para o tronco, que vai atingir o solo do camalhão. Como o camalhão é destruído e refeito constantemente ao longo da capina, apresenta um solo menos compactado facilitando a infiltração da água durante o evento.

Portanto, os meses em que a cobertura do solo foi maior (janeiro e fevereiro), os índices de erosão apresentam taxas semelhantes ao período em que há uma maior exposição do solo, isso significa que a cobertura do solo sobre este tipo de cultura foge a regra de que com menos solo exposto menor será a taxa de remoção do solo. Esta questão já havia sido discutida por Morgan *et. al.* (1986) quem identificaram que há um aumento do salpicamento em couve de bruxelas a medida em que aumentou a porcentagem de cobertura foliar devido ao formato das folhas.

Com relação à densidade aparente do solo retido na área de contenção, foi constatada uma redução nos valores do início do monitoramento (plantio) até o término do ciclo do cultivo (colheita). Isso significa que os sedimentos retidos no início do cultivo, apresentavam uma densidade aparente maior do que nas últimas coletas.

Conclui-se, portanto que o solo retido no início do cultivo era composto de sedimentos de granulometria menor devido ao revolvimento constante do solo que implica na redução da granulometria das partículas. De acordo com Corsini (1993), quanto mais mobilizado o solo, pior será a sua estrutura e a redução nos agregados do solo devido ao revolvimento, acaba potencializando as perdas de solo. Esse material mais fino acaba sendo removido com mais facilidade pelo escoamento superficial, propiciando um acúmulo de material de granulometria menor na área de contenção.

No início da colheita onde o solo não é mais revolvido, há uma "lavagem" da camada superficial, que associado a outros fatores como a compactação e aumento da água pelo gotejamento das folhas sobre as entrelinhas, promovem um aumento do fluxo que tende a carregar materiais (sedimentos) de granulometria maior. O aumento na granulometria dos sedimentos retidos implica na redução da densidade aparente deste material. Na seqüência serão apresentados alguns valores de perda de solo no Brasil com pesquisas em diferentes tipos de uso do solo (Tabela 3).

TABELA 3

Alguns resultados de pesquisas de perda de solo em diferentes tipos de uso do solo no Brasil.

Localização	Tipo de uso do solo	Perda de solo (t/ha/ano)	Fonte
Tabuleiros Costeiros - ES	eucalipto	0,21 – 3,20	Martins <i>et al.</i> (2010)
Guarapauva (PR)	Agricultura de subsistência	1,2 - 6,1	Thomaz (2005)
Bela Vista do Paraíso -PR	Sucessão soja/trigo	25,0	Sorrenson e Montoya (1989)
Sul da Bahia	Solo descoberto (entre-safra) com declividade 10 a 15%	6,5*	Inacio <i>et al.</i> (2007)
Campinas - SP	Mandioca	33,9	Bertoni <i>et al.</i> (1972)
Lajes - SC	Sucessão soja/feijão	37,35	Schick <i>et al.</i> (2000)
Londrina-PR	Solo descoberto (área degradada)	90,5	Rufino e Biscaia (2000)
Guarapuava- PR	Solo degradado com erva mate (entrelinha sem vegetação)	107,8	Thomaz e Antoneli (2008)
Irati - PR	Cultivo de tabaco	27,5 *	Este estudo

* Refere-se apenas ao período de cultivo (safra), portanto as perdas não devem ser consideradas anuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por se tratar de uma atividade agrícola familiar, e conseqüentemente ser desenvolvida em áreas com certas restrições de uso, a fumicultura apresenta dados erosivos expressivos. Esta estimativa em toneladas (27,5 t/h/ha/safra), pode ser considerada uma perda elevada de solo se levarmos em consideração que esta perda refere-se ao período de safra (setembro a fevereiro). Corroborando com esta questão, Morgan (2005), conclui que erosão de solos entre 10 e 50 toneladas por hectare é considerada alta e de 50 a 100 t/ha/ano é considerada severa e de 100 a 500 t/ha/ano é considerada muito severa.

Vale ressaltar que após a colheita, este solo fica exposto por um período, até ser revolvido novamente para a semeadura da cobertura vegetal de inverno. Até a cobertura vegetal atingir índices maiores de cobertura do solo, leva alguns meses e neste período o solo continua exposto aos processos pluvioerosivos.

Portanto é comum atribuímos as técnicas de cultivo intensivo como sendo um das principais responsáveis pela erosão dos solos, mas através desta pesquisa, percebeu-se que a agricultura familiar com pouca mecanização, também apresenta índices elevados de erosão de solos.

Quanto ao método de coleta dos dados, apesar de rudimentar, apresenta resultados satisfatórios, mas quando da aplicação do mesmo, é necessário antes fazer uma investigação se o fluxo da água acaba se concentrando em um único local. Pois se houver divergência no fluxo de água, é preciso construir varia áreas de contenção.

Algumas lacunas e perspectivas de novas pesquisas se abriram. Cita –se com exemplo, a mensuração da instabilidade dos agregados ao longo do cultivo, por haver períodos de remoção constante de solo e outros de pousio. O atravessamento da água da chuva no cultivo

do tabaco, o efeito *splash* do gotejamento são outras questões que dever ser investigadas. A origem dos sedimentos (camalhão ou entrelinha), também se torna imprescindível para avaliação das perdas de solo nas áreas de fumicultura.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DE FUMICULTORES DO BRASIL – AFUBRA. Disponível em www.afubra.com.br Acesso 15 de fevereiro de 2008.

AMORIM, 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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.124-130, 2001.

ANTONELI, V. Influência do uso do solo na avaliação hidro- sedimentológica da Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga – PR. 2004, f.147 **Dissertação** (Mestrado em Geografia Universidade Estadual de Maringá). Maringá Paraná. 2004.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E.L. Relação entre o cultivo de fumo (*nicotina tabacum* L.) e a produção de sedimento na Bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga – PR. **Associação de geografia teórica – Ageteo**. v 35, nº 2 mai/ago 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI, JUNIOR. R. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no instituto Agrônômico. Campinas. SP. Instituto Agrônômico 1972. Circular 20. 56p.

CANTALICE, J. R. B.; CASSOL, E. A.; REICHERT, J. M.; BORGES, A. L. O. Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 29, p. 597-607, 2005.

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**. Viçosa, v.27, n.4, p.743-753, 2003.

CORSINI, P.C. Problemas causados pela compactação dos solos. STAB, Piracicaba, v.11, n.5, p.8-13, 1993.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A.; BERTON, A.L. Sistema plantio direto: com ou sem práticas conservacionistas complementares de manejo da enxurrada. In: Congresso Mundial Sobre Agricultura Conservacionista, 2. 2003, Foz do Iguaçu. **ANAIS**. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha; Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentavel, 2003. v. 2, p. 310-313.

DE PLOEY, J. & GABRIELS, D. measurement of soil erosion. In KIRKBY, M. J.; MORGAN, R.P.C. S. **Soil erosion**. Great Britain; John Wiley & Sons 1980

EVANS, R. Mechanis of water erosion and thirsptial and temporal controls: an empirical. In: **Soil erosion**. KIRKBY, M.J. e MORGAN, R. P.C. (org). 1980. 109-128.

FERNANDEZ, O. V. Q; SANDER, C; REBELATTO, G. E. Análise quantitativa de seções transversais em canais fluviais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 2. nº 1, p. 85- 92. 2001.

GUERRA.A.J.T.. Ravina: processo de formação e desenvolvimento. **Anuário do Instituto de Geociências**, UERJ. v 2 1998, 80-95.

GUERRA, A.J.T.; Silva, A.S.; BOTELHO, R.G.M. **Erosão e Conservação do Solo: Conceitos Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 1999. 340p.

HUDSON. N. W. Field measurement of soil erosion and runoff. **FAO, Soils bulletin**. Rome, n. 68, 1993. 139p.

HEATHWAITE, A.L.; BURT, T.P.; TRUDGIL, S.T. Land use control on sediment production in a lowland catchment, South – west England. In BOARDMAN, J.; FOSTER, I.D.L.; DEARING, J.A. (org). **Soil Erosion on Agricultural Land**. Wiley, Chichester, 1990. 69 – 86.

INÁCIO, E. dos S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R. de; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.11 n.4 Campina Grande July/Aug. 2007.

KNIGHTON, D. **Fluvial forms and processes: a new perspective**. London: Arnold, 1998. 382p.

LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; SANTOS, E. J.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** vol.28 n.6 Viçosa Nov./Dec. 2004

MAACK, R. **Geografia física do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1968.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J.C.; CURI, N.; FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo **Scientia . Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 517-526, set. 2010.

MINEROPAR. **Atlas geológico do Estado do Paraná**. 2001. www.mineropar.org.br. Acesso 10 de julho de 2010.

MORGAN, R.P.C. **Soil Erosion and Conservation**. Blackwell, Oxford, 2005. 304p.

MORGAN, R. P. C., FINNEY, H. L., MERRITT, E. & NOBLE, C. A. Plant cover effects on hillslope runoff and erosion: evidence from two laboratory experiments. In: ABRAHAM, A. D. **Hillslope processes**. United Kingdom: The Binghamton Symposia in Geomorphology, international Series, 1986. n. 16, Cap. 4, p. 75-96.

RODRIGUES, J.E. Estudo de fenômenos erosivos acelerados – Boçorocas. **Tese** (Doutorado em engenharia de Transportes) EESC –USP, São Carlos, São Paulo. 1982.

RUFINO, R. L. e BISCAIA, R. C. M. **Relatório Final do Projeto**. Avaliação da Erosão do Solo – PSA – Programa Manejo de Solo e Água. Atividade de Pesquisa. Estudo da Erodibilidade do Solo Latossolo Roxo Distrófico no Período de 1976 – 1999. Londrina: IAPAR-PR, 2000.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico álico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.427-436, 2000.

SILVA, I. de F. 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.

SORRENSON, W. J.; MONTOYA, L. J. Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná. Boletim técnico n. 21. Londrina, IAPAR. 1989, 110p.

THOMAZ, E. L. Geomorfologia e agrossistemas: indicadores de degradação do solo. In: RODRIGUES NUNES, J. O; ROCHA, P. C. (org). **Geomorfologia aplicações e metodologias**. Editora Expressão Popular. UNESP. São Paulo 2008.

THOMAZ, E. L. **Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava – PR**. São Paulo, 2005, 297 f. Tese (Doutorado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V. Erosão e degradação do solo em área cultivada com erva-mate (*illex paraguariensis*) - Guarapuava - PR. São Paulo. UNESP. **Geociências** vol.27, n1. p. 21-31. 2008.

WATSON, D. A.; LAFLÉN, 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.

WISCHMEIER, W.H. e SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, USDA., Agricultural Handbook, 1978. 58p.