

PERDA DE SOLO EM UMA ESTRADA TEMPORÁRIA EM CULTIVO DO TABACO NO MUNICÍPIO DE IRATI- PR

SOIL LOSS ON A TEMPORARY ROAD IN TOBACCO CULTIVATION IN THE MUNICIPALITY OF IRATI- PR.

Valdemir Antoneli

Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná

Campus de Irati

vaantoneli@gmail.com

João Anésio Bednarz

Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná

Campus de Irati

joaogeo2013@gmail.com

RESUMO

A dinâmica agrícola das pequenas propriedades da Região sudeste do Estado do Paraná apresenta períodos de atividades intensas e períodos de redução dessas atividades, principalmente em propriedades onde é cultivado o tabaco (*Nicotina tabacum*). Essas variações permitem maior tráfego nas estradas rurais. O objetivo deste trabalho foi identificar a influência da trafegabilidade das carroças de tração animal utilizadas para o transporte das folhas do tabaco da lavoura até as estufas para a cura (secagem) em uma propriedade da área rural do município de Irati- PR. Para a avaliação da perda de solo do leito de uma estrada ao longo da colheita, utilizamos a técnica de batimetria (perfis transversais) em 7 pontos. Ao término do monitoramento, calculamos a área, para quantificar a perda de e/ou acúmulo de solo em cada perfil. Realizamos duas campanhas de coletas, a primeira no início do plantio (setembro) de 2014 e a outra no final de fevereiro de 2015 (término da colheita). A perda média de solo das estradas no período do cultivo do tabaco foi de 5,02 kg/m². Os dados foram analisados e representados em figuras dos perfis transversais para identificar a modificação na morfologia do leito das estradas.

Palavras chaves: estradas rurais; cultivo do tabaco; carroças de tração animal; morfologia das estradas

ABSTRACT

Agricultural dynamics of small farms in the southeastern region of the State of Paraná have periods of intense activity and periods of reduction in these activities, mainly in properties where and cultivated tobacco (*Nicotiana tabacum*). These variations allow for higher traffic on rural roads. The objective of this study was to identify the influence of trafficability of horse-drawn car used to transport the tobacco leaves (*Nicotiana tabacum*), from the area of cultivation to the headquarters of the property to cure (dry) on a farm in the municipality of Irati - PR. For the assessment of soil loss on the road the harvest period, we use the bathymetry technique (transversal profiles) at 7 points. At the end of the monitoring, we calculate the area, to quantify the loss and / or soil accumulation in each profile. We conducted two campaigns collections, the first at the beginning of planting (September) 2014 and the other at the end of February 2015 (end of the harvest). The average soil loss of roads in tobacco growing period was 5.02 kg / m². The data were analyzed and presented in the figures of the transversal profiles to observe the change in morphology of the roads

Keywords: rural roads; tobacco cultivation; horse-drawn car; morphology of the roads.

1 - Introdução

As estradas rurais podem ser classificadas em diferentes categorias. Existem as estradas vicinais que são aquelas onde há um fluxo contínuo ao longo do ano e as estradas que “cortam” as áreas rurais chamadas aqui de carreadores rurais. As estradas vicinais são consideradas de maior importância para a própria comunidade rural local e recebem maior atenção dos órgãos públicos com manutenção periódica. Em intervalos de 3 a 4 anos essas estradas recebem uma camada de cascalho (fragmentos de rochas sedimentares compostos por siltito e argilito). Ressaltamos que a composição desta camada varia para cada região, pois se leva em consideração a formação geológica da área. Essa camada de cascalho diminui os problemas de atoleiros e viabiliza o tráfego durante o período de chuva.

Existem também as estradas que “cortam” as áreas rurais. Essas estradas podem ser chamadas de carreadores rurais ou estradas temporárias, pois servem apenas para o transporte dos produtos das lavouras até a sede da propriedade. Esse transporte pode ser realizado por carroças de tração animal ou tratores. Devido ao trânsito constante ao longo do período de safra, o leito dessas estradas sofre uma pressão maior, o que pode potencializar a perda de solo através da concentração do fluxo da água (ANTONELI, (2011).

Griebeler et al. (2005) relatam que a erosão provocada pela água no leito e nas margens das estradas é um dos principais fatores para sua degradação, sendo responsável por mais da metade das perdas de solo no Estado de São Paulo. Afirmam ainda, que a maior porção do sedimento produzido na superfície da estrada é de tamanho inferior a 2 mm, sendo o mais prejudicial aos recursos hídricos, apresentando o agravante de que o material erodido das estradas move-se, diretamente dos canais de drenagem aos cursos d'água.

Corroborando com essa questão, Griebeler et al. (2005), afirma que o leito das estradas deve apresentar características adequadas para suportar a carga a que será submetida sem que ocorra deformação capaz de modificar a conformação original do projeto. Deve também ser adequadamente drenada para que a umidade não altere suas características de resistência e a erosão não comprometa sua utilização. A drenagem da estrada é realizada por meio do seu abaulamento e da condução apropriada das águas retiradas do

leito e daquelas advindas de áreas externas a esta, a qual normalmente é feita por meio de canais de drenagem. Entretanto estradas temporárias não recebem a devida atenção.

Na literatura, são encontradas diversas pesquisas referentes a perdas de solo em diferentes tipos de usos agrícolas como: perda de solo em pastagens (INÁCIO et al., 2007; MUÑOZ-ROBLESA et al., 2011); florestas (ANTONELI, 2011; BORRELLI e SCHÜTT, 2014); em reflorestamento de eucalipto (ZHOU et al., 2002); em agricultura (HERNANI et al., 1997; CASSOL e LIMA, 2003; ANTONELI e THOMAZ 2014).

Dentre todos estes tipos de uso do solo citados, as estradas vêm se configurando como uma das mais importantes fontes de sedimentos de uma bacia, tornando-se objeto de estudo de diversas pesquisas como: Sheridan e Noske (2007); Minella et al. (2007); Ramos-Scharrón e Macdonald (2007); Martinez-Zavala et al. (2008); Fu et al. (2010) Thomaz et al. (2011) Thomaz et al. (2014); Ramos-Scharrón e Lafavor (2016).

Apesar da vasta bibliografia encontra a respeito do tema, são incipientes pesquisas em estradas temporárias existentes nas áreas de cultivo de tabaco durante os períodos de intensificação de atividades (setembro a fevereiro).

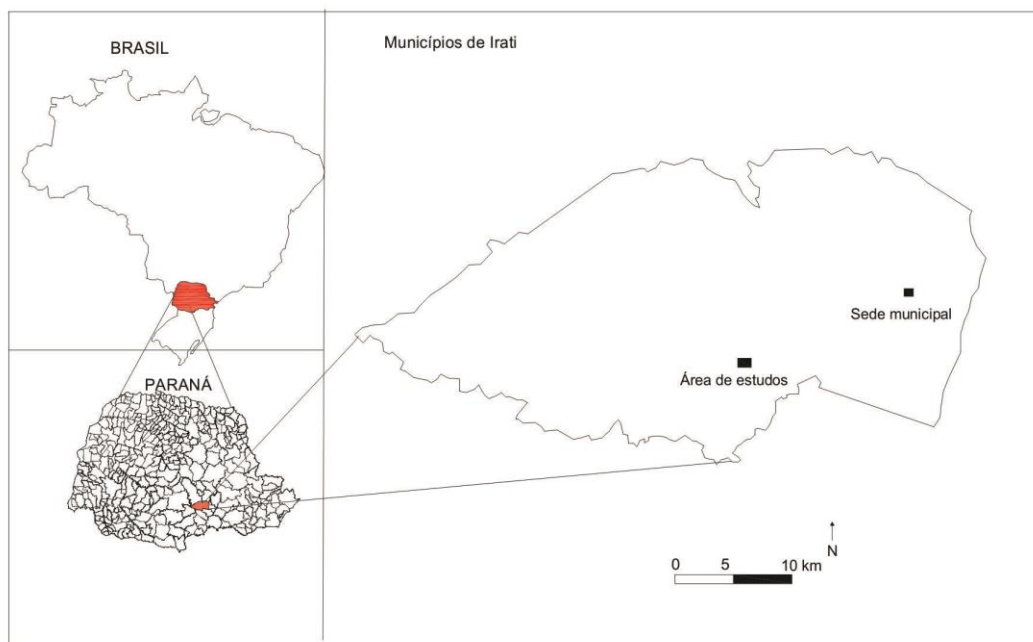
Com relação à pressão exercida pelos veículos sob as estradas rurais (sem pavimentação), Soenne (1958), *apud* BACCHI, (1976), afirma que a distribuição de pressão no solo sob as rodas dos veículos dependerá do peso do veículo, o qual determinará o total da força exercida, do tamanho da área de contato entre a roda e o solo. No caso das estradas rurais da área de estudos de modo geral, há uma intensificação no tráfego de carroças de tração animal, nos períodos de cultivo do tabaco. Cabe destacar essas estradas podem ser tanto temporárias como permanentes que mesmo assim sofrem influência do calendário do cultivo do tabaco. Neste caso a compactação se dá não apenas pela pressão das rodas, mas sim pelo pisoteio dos animais que puxam estas carroças. Antoneli (2011) observou uma relação direta entre o calendário agrícola e a mudança na morfologia do leito da estrada ocasionada pelo tráfego de carroças em uma área de cultivo de tabaco. Cabe considerar que o cultivo do tabaco na área de estudos, assim como boa parte da região sudeste, é realizado sob forma de plantio convencional, com atividades diárias desde o plantio até o término da colheita.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar a perda de solo durante o cultivo do tabaco (setembro a fevereiro) em um segmento de estrada temporária no município de Irati-PR. A partir dos dados de perda de solo, foi possível evidenciar a mudança na morfologia da estrada temporária devido a trafegabilidade de carroças apenas no período da safra do tabaco. Partimos do pressuposto de que a trafegabilidade diária ao longo do cultivo pode potencializar as perdas de solo e alterar a morfologia do leito das estradas, principalmente pelo uso da carroça de tração animal.

2 - Caracterização da área de estudos

O município de Irati está localizado na região Sudeste do estado do Paraná (Figura 1) na borda oeste do segundo planalto paranaenses. Por ser uma região que margeia a Serra Geral, o relevo apresenta certas restrições ao uso em boa parte da região. Essa condição permite que a agricultura familiar seja a base agrícola do município com cultivo de milho, feijão, batata, cebola e cultivo do tabaco. Destacamos que o cultivo do tabaco vem se configurando como uma das alternativas rentáveis para as pequenas propriedades, por utilizar pequenas glebas de terra (inferior a 2,5 ha), além de solos com restrições morfoedológicas (solos rasos de encosta com declive superior a 30%).

Figura 1 – Localização da área de estudos



Fonte: Antoneli (2011).

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).

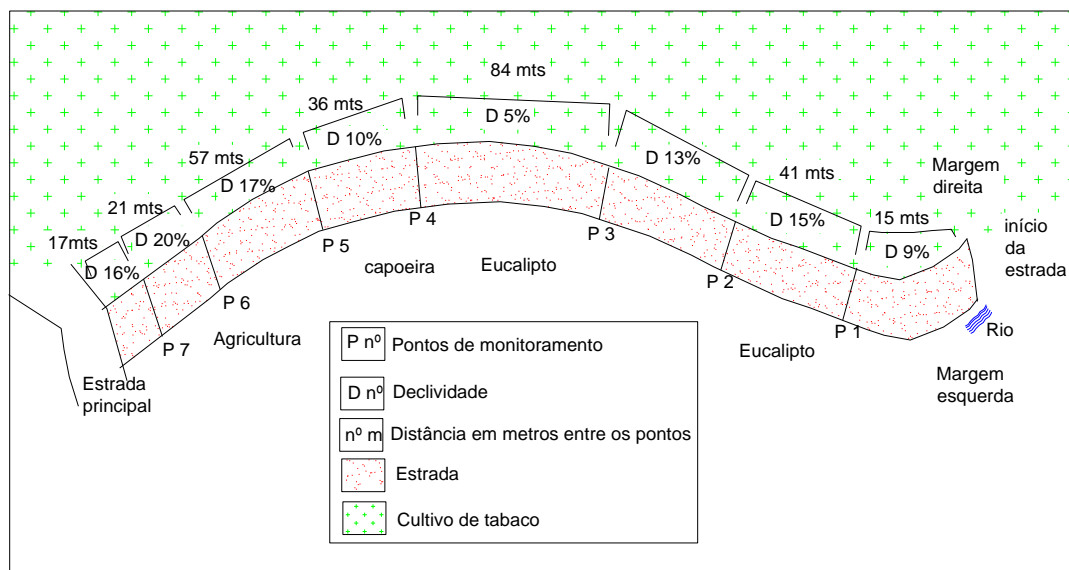
Quanto à geologia, a área de estudos esta sobre a Formação Teresina, a qual é constituída por argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e esverdeados, ritmicamente intercalados com arenitos muito finos, cinza-claros. Associado a Formação Terezina, encontra-se a Formação Rio do Rastro, o qual é constituído 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. Entremeados as rochas sedimentares surgem alguns diques e sills.

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%. O solo da área de estudo foi classificado como Cambissolo Háplico. Essas características contribuem para uma menor participação da agricultura mecanizada. Grande parte das lavouras é composta pela atividade fumageira.

Destacamos que o cultivo do tabaco é realizado entre os meses de setembro (período do plantio) a fevereiro (término da colheita). O restante dos meses, devido às condições climáticas, essas áreas ficam em pousio com uma cobertura vegetal de inverno. Neste período segundo Antoneli (2011), há redução das atividades agrícolas na região, o que implica em redução da trafegabilidade nas estradas que margeiam as lavouras.

Antoneli e Thomaz (2014) descrevem as atividades diárias do cultivo do tabaco em plantio convencional e plantio direto. Os autores ressaltam que desde o plantio (setembro) até o início da colheita (dezembro) as atividades diárias variam entre as duas formas de cultivo. Entretanto durante a colheita, as atividades entre as duas formas são as mesmas.

Na sequência foi apresentado um esboço das características de cada perfil (Figura 2), na qual foi identificada a declividade e a distância entre os perfis, além dos tipos de uso do solo que margeiam cada seção.

Figura 2 – Esboço das características do segmento de estrada monitorada

Fonte: Organizado pelos Autores (2014)

Destacamos que o segmento de estrada pesquisado apresenta um comprimento de 310 metros, com uma largura média de 5 metros, ou seja, uma área de 1550 m², com duas direções do fluxo de água, sendo que os perfis P1, P2 e P3 direcionam seu fluxo para sul, o qual vai se conectar com uma área agrícola e com um rio. Cabe destacar, que o comprimento da rampa deste segmento foi de 158,5 metros. Enquanto que os Perfis P4, P5, P6 e P7 direcionam o fluxo de água para o norte conectando-se com uma estrada maior (estrada principal). O comprimento da rampa deste segmento foi 156,5 metros.

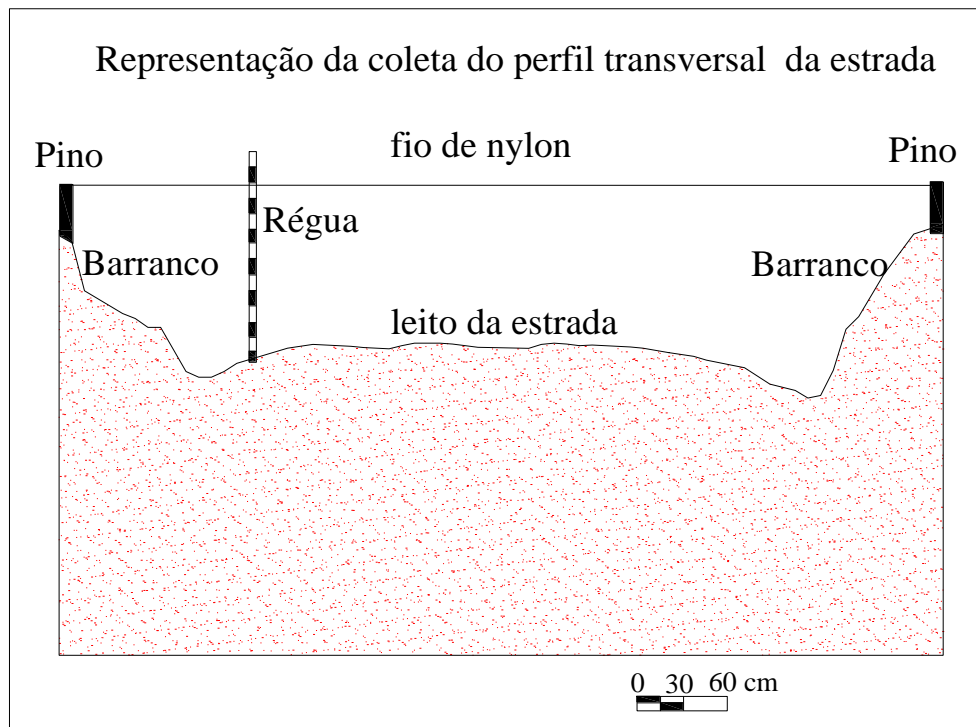
3 - Metodologia

Para estimar a perda de solo e as mudanças na morfologia do segmento de estrada na safra de tabaco 2014/2015, foi adaptada a técnica de mensuração dinâmica (FERNANDES et al., 2001; FONTANA et al., 2007; ANTONELI, 2011), a qual consiste na batimetria (perfis transversais) (Figura 3). Para realizar a batimetria foram cravados vergalhões de ferro (pino) nas bordas da estrada (permaneceram fixos até o final da pesquisa) e a cada mensuração amarramos uma linha (fio de *nylon*) graduada a cada 10 cm. Com uma régua fizemos a leitura da altura entre a linha e a superfície do solo.

Após a leitura, o fio de *nylon* é retirado. Ressalta-se que o pesquisador deve tomar cuidado para que a linha seja amarrada no mesmo ponto da última mensuração, para que

as medidas entre a linha e a superfície da estrada sejam mensuradas sempre no mesmo local. No caso desta pesquisa, os valores da batimetria do mês de setembro (início do cultivo do tabaco), foram confrontados com os dados coletados dos perfis do mês de fevereiro (término do cultivo do tabaco) e por diferença de área, obtivemos o valor das perdas e/ou acúmulo de solo.

Figura 3 - Esboço da coleta dos perfis transversais das estradas



Fonte: Antoneli (2011)

Foram realizadas coletas de solo para identificar a densidade aparente do solo por meio da técnica de anéis volumétricos (cilindro de metal) de 95,5 cm³ discutido por Thomaz (2008), o qual foi introduzido no solo para preencher o volume total do anel. Removemos o excesso de material (solo) das laterais do anel, para que fosse coletado o volume de solo exato ao volume do anel. Após as análises laboratoriais do solo coletado (pesagem e secagem) foi estimado o volume do material coletado, servindo de base para identificar a densidade aparente do solo em g/cm³.

Para calcular a densidade aparente do solo, utilizamos a equação 1.

$$D_s = \frac{M_s}{V} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

D_s = Densidade do solo (g cm^3)

M_s = Massa seca (g)

V = volume do anel (cm^3)

De posse da densidade aparente do solo da área, estimamos a perda e/ou acúmulo de solo nos perfis transversais utilizando a equação 2.

$$E = R_s \times D_s \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

E = Erosão e/ou acúmulo de solo (kg m^2);

R_s = Rebaixamento da superfície (cm);

D_s = Densidade do solo (g cm^3);

4 - Resultados e discussão

4.1 - Perda de solo

As estradas secundárias e os carregadores rurais apresentam uma sazonalidade no tráfego, pois em períodos de safra estas estradas são utilizadas de forma intensiva para o escoamento da produção. Já nos períodos de entressafra, estas estradas diminuem consideravelmente sua trafegabilidade e/ou são revolvidas quando o agricultor lavra a terra para a semeadura de inverno.

A densidade aparente do leito das estradas foi de $1,85 \text{ g/ cm}^3$, ($N= 18$). A densidade encontrada por esta pesquisa é pouco superior àquela encontrada por Fontana et al. (2007) em estradas florestais no município de Capão Bonito Estado de São Paulo, em uma área de reflorestamento com *Eucalyptus sp*, onde o valor encontrado foi de $1,65 \text{ g/ cm}^3$.

A perda média de solo no trecho da estrada foi de $5,02 \text{ kg/m}^2$ durante o período analisado, ou seja, de setembro a fevereiro apesar de haver variação significativa entre os perfis transversais (Tabela 1). Cabe considerar que não foi monitorada a perda de

solo anual, pois durante o preparo do solo para o cultivo essa estrada foi revolvida juntamente com o solo da área de cultivo do tabaco.

Tabela 1- Perda de solos em cada seção associada à declividade entre setembro a fevereiro.

Perfil	Declividade %	Rebaixamento (cm)	(Perda de solo kg/m)
Perfil 1	9,0	1,20	2,22
Perfil 2	15,0	1,61	2,96
Perfil 3	5,0	0,11	0,20
Perfil 4	10,0	1,80	3,33
Perfil 5	17,0	3,12	5,77
Perfil 6	20,0	5,23	9,68
Perfil 7	16,0	5,91	10,93
Média	14,2	2,71	5,02

Fonte: Organizado pelos Autores (2014)

Por meio da tabela 1, notamos que a declividade pode influenciar nas perdas de solo, ou seja, boa parte dos perfis com maior declividade indicaram as maiores perdas de solo.

Destacamos o perfil 3 que apresentou a menor perda de solo ($0,20 \text{ kg/m}^2$), entretanto este perfil está localizado próximo ao topo da vertente com uma declividade média de 5%. Neste caso não há um fluxo concentrado de água no leito da estrada, mas nas margens da própria estrada. Observamos também que os perfis P1, P2 e P3, que apresentam face voltada para o sul, indicaram menor perda de solo, apesar do comprimento da vertente ser praticamente o mesmo do outro segmento da estrada. A declividade média deste segmento foi de 12,3%, enquanto a declividade média do outro segmento de estrada onde estão localizadas os P4, P5, P6 e P7, foi de 15,7%.

A influência da declividade nas perdas de solo já havia sido observada por Gucinski et al. (2001); Garcia et al. (2003) ao afirmarem que a declividade é um fator predominante na produção de sedimentos, enquanto que o comprimento da rampa influencia no volume da enxurrada.

Portanto a redução nas perdas de solo na vertente voltada para o sul (P1, P2 e P3), pode ser atribuída ao menor fluxo de carroças, pois a produção é escoada no sentido da estrada principal (Figura 2). Outra questão que pode ter influenciado nas perdas de solo neste segmento de estrada é o tipo de uso do solo que margeia este trecho de estrada. Na margem direita há predomínio de reflorestamento de eucalipto. Por ser área reflorestada, a perda de água e solo é menor em relação às áreas agrícolas.

Segundo Antoneli (2011), em reflorestamento de eucalipto, a perda média de solos gira em torno de $1,27 \text{ t/h/ano}^{-1}$, e como foi observado em campo, boa parte dos sedimentos liberados pelos diferentes tipos de uso do solo que margeiam as estradas são direcionados para a própria estrada, potencializando as perdas de solo. Portanto, quanto menor for a quantidade de solos liberada pelos tipos de uso que margeiam as estradas, menor será a concentração de sedimentos que está sendo transportado pelo fluxo no leito das estradas. Grace III et al., 1998), vem contribuir com esta questão ao afirmar que mais de 90% da produção de sedimento na floresta provêm das estradas, ou seja, há pouca participação efetiva das áreas florestadas nas perdas de solo em bacia hidrográficas.

Os perfis P4, P5, P6, e P7, apresentaram maiores perdas de solo, em relação aos perfis voltados para o sul. As perdas de solo foram aumentando gradativamente em direção à baixa vertente. Notamos que nos perfis localizados mais próximos ao entroncamento da estrada analisada com uma estrada principal, a perda de solos foi maior em relação aos demais perfis. Citamos como exemplo os perfis P6 e P7, com perdas de $9,68 \text{ kg/m}^2$ e $10,93 \text{ kg/m}^2$ (cerca de duas vezes superior aos perfis P4 e P5. Este valor pode ser atribuído ao aumento da concentração de sedimentos à medida que o fluxo de água se desloca em direção à jusante. Outro fator que pode ter influenciado no aumento da perda de solo nestes dois últimos perfis é ao tipo de uso do solo que margeia este trecho de estrada que neste caso é a própria fumicultura.

Destacamos que a fumicultura desenvolvida no sistema de plantio convencional como é o caso da área de estudos, a perda de solo excede a tolerância de perdas (WOOD e WORSHAM 1986). Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2005) a tolerância de perda de solos em regiões tropicais varia entre de $9,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a $15,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Antoneli e Thomaz (2014) corroboram com esta questão ao observarem perdas de solo em plantio de tabaco sob plantio convencional em torno de $51,9 \text{ (t/ha)}$, sendo que boa parte desses solos é direcionada para as estradas e carreadores rurais. Segundo Antoneli (2011), as entrelinhas da fumicultura se conectam diretamente com essas estradas, aumentando assim a quantidade de água e sedimentos a ser transportada pela estrada.

A perda média de solo de estradas temporárias ao longo do cultivo do tabaco identificada por esta pesquisa foi de $5,02 \text{ kg/m}^2$. Cabe considerar, que este valor é atribuído apenas ao período de setembro a fevereiro (6 meses). Portanto, os resultados são inferiores aqueles encontrados na literatura que observaram perda de solo anual

como: Ramos-Scharrón e MacDonald (2007), com perdas de solo em torno de 58 kg/m² em um segmento de estrada com 21% de declividade; Macdonald et al. (2001) valores entre 10 kg/m² a 15 kg/m²/ano em St. John, Ilhas Virgens; Antonangelo e Fenner (2005), que encontraram valores de 13 kg/m²/ano em estradas florestais no estado de São Paulo e Rijdsdijk et al. (2007), com perda de 42 kg/m²/ano em estradas rurais na Indonésia.

4.2 - Morfologia do leito das estradas

A concentração de carroças de tração animal utilizada para o transporte do tabaco das lavouras até as estufas potencializaram a abertura de sulcos no leito das estradas. Essas carroças são veículos de dois eixos com rodas de madeiras em torno de 8 cm de largura, recapadas por uma chapa de aço e possuem uma capacidade de transporte de até 700 kg (Figura 4).

A utilização destes implementos rudimentares proporciona maior concentração nos trilhos das estradas favorecendo a concentração do fluxo de água que escoam sobre o leito da mesma. Essa condição permite que se originem ravinas no leito das estradas, que se não forem reparadas acabam dificultando a trafegabilidade. Esta condição foi observada por Safari et al. (2016) em uma estrada florestada no norte do Irã, no qual observaram diferenças significativas de perda de solo nos trilhos em relação a parte central da estrada.

Figura 4 - Carroça utilizada para o transporte do tabaco



Nota: A). Carroça carregada de tabaco. B) Detalhe dos trilhos deixados pelas rodas das carroças.

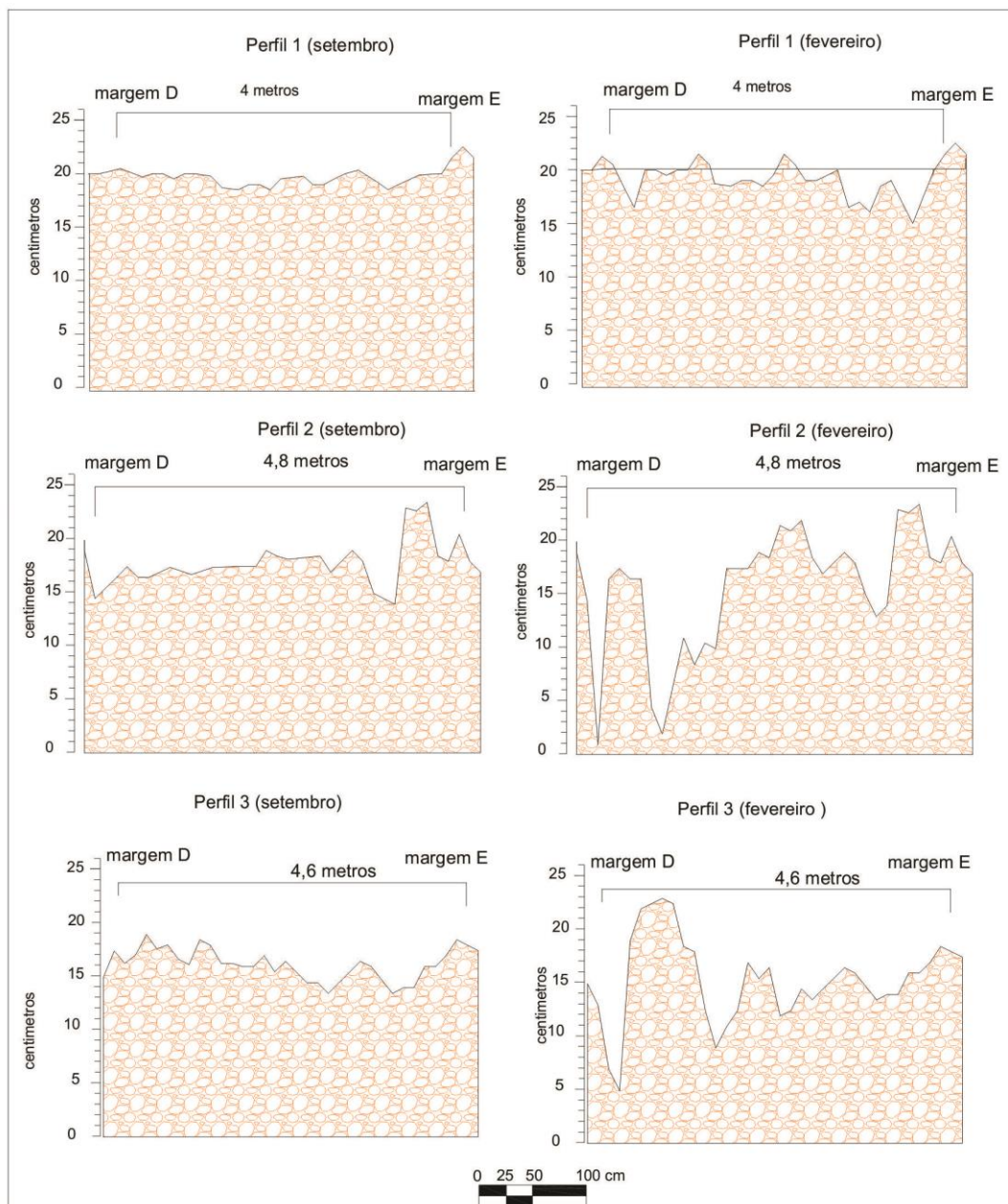
Fonte: Os Autores (2014)

No caso da área de estudo, o agricultor remove o solo do leito da estrada juntamente com o revolvimento do solo da lavoura. Esta é uma forma de resolver o problema dos sulcos que surgem ao longo do cultivo. Entretanto essa é uma forma também de disponibilizar mais material (solo) para que seja erodido quando da abertura do trecho da estrada na safra seguinte, pois essas ravinas são preenchidas com solo inconsolidado. Por meio da figura 5, notamos que em determinados perfis a remoção do solo do leito da estrada, ocorreu de forma mais homogênea, ou seja, não se formaram fluxos concentrados nos locais dos trilhos, como é o caso do perfil 1. Esta baixa variação entre as duas campanhas de coleta no referido perfil, se deve ao menor tráfego neste local, por ser a parte final da estrada. Outra questão evidenciada em caminhamentos no campo ao longo da pesquisa foi o acúmulo de material em determinados perfis.

O perfil 2 apresentou uma concentração maior de água na margem direita, que pode ter sido influenciado pelo trilho das carroças e pela declividade lateral da estrada. Neste trilho, originou-se um sulco de 18 cm de profundidade.

Destacamos que em alguns trechos deste perfil houve um pequeno acúmulo de solo. Já o perfil 3 ocorreu um acúmulo de solo em relação aos outros dois perfis, mas mesmo assim originou-se um sulco no trilho direito da estrada. Neste perfil o fluxo de água passou a se concentrar na margem direita (fora do trilho) implicando em uma remoção maior nestes locais. O direcionamento do fluxo da água para as margens da estrada foi devido ao abaulamento do leito da estrada, o qual implica em menor concentração de água no leito da própria estrada, reduzindo assim a perda de solos. As mesmas características forma observadas nos perfis P4, P5, P6 e P7 (Figura 6).

Figura 5 - Representação da morfologia da estrada nos pontos P1, P2 e P3.

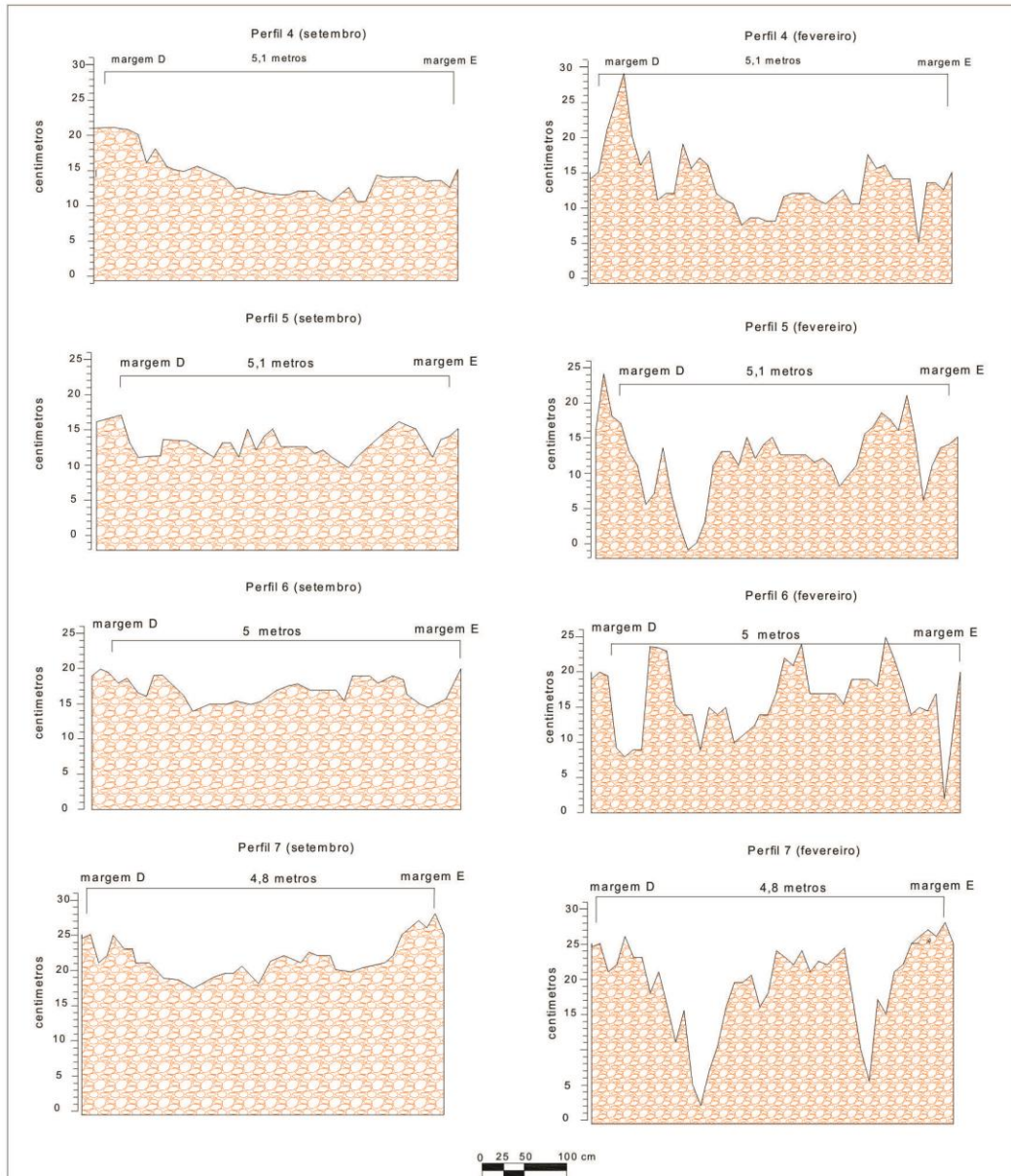


Fonte: Organizado pelos Autores (2014)

Conforme a figura 6, observamos que todos os perfis indicaram sulcos nos locais de trilho das carroças. O perfil 4 apresentou um acúmulo dos solos próximo à margem esquerda, já na parte central do leito da estrada, houve uma remoção maior, originando uma ravina com aproximadamente 1,5 metros de largura 18 cm de profundidade. O perfil 7 por ser o último antes do entroncamento com a estrada principal recebeu maior tráfego de carroças ao longo da safra do tabaco, originando duas ravinas onde se concentraram os trilhos.

Portanto os trilhos potencializaram as perdas de solo devido a concentração do fluxo de água e sedimentos. Ressaltamos que ao término da colheita de tabaco o agricultor lavrou a área agricultável juntamente com o trecho da estrada.

Figura 6 - Representação da morfologia da estrada nos pontos P1, P2 e P3.



Fonte: Organizado pelos autores (2014)

5 - Conclusão

Após a análise dos dados de perda de solo da estrada, observamos que a trafegabilidade potencializa de forma significativa as perdas de solo. Entretanto, outros fatores devem ser levados em consideração quando o objetivo for avaliar a perda de solo em estradas.

Dentre os fatores, destacamos o tipo de uso do solo ao entorno da estrada, pois boa parte dos sedimentos liberados por estes tipos de usos acabam se conectando com as estradas, aumentando a concentração de sedimentos no fluxo de água.

Os trilhos deixados pelas carroças ao longo do cultivo potencializaram as perdas de solo, por formarem pequenos canais escoadouros e à medida que o fluxo se deslocava em direção a jusante ia adquirindo maior velocidade e poder de remoção e transporte.

Concluimos, portanto que o tráfego contribuiu com as perdas de solo e a mudança na morfologia do leito das estradas, mas para identificar a influência efetiva dessa trafegabilidade, faz-se necessário o monitoramento em períodos de maior trafegabilidade (período de safra) e período de menor trafegabilidade (período de entre safra).

REFERÊNCIAS

ANTONANGELO, A.; FENNER, P.T. **Identificação dos riscos de erosão em estradas de uso florestal através do critério do fator topográfico LS.** (Tese de Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2005. 88 p.

ANTONELI, V. **Dinâmica do uso da terra e a produção de sedimentos em diferentes áreas fontes na Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga-PR.** (Tese de doutorado em Geografia). UFPR-PR. 2011. 354 p.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. **Perda de solo em cultivo de tabaco sob diferentes formas de cultivo na Região Sudeste do Paraná. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v.15, n.3, (Jul-Set) p.455-469, 2014.**

BACCHI, O.O.S. – **Efeitos da compactação sobre o sistema solo-planta em cultura de cana-de-açúcar.** Piracicaba. Dissertação (Mestrado)-ESALQ. 1976. 67p.

BORRELLI, P., SCHÜTT, B., **Assessment of soil erosion sensitivity and post-timberharvesting erosion response in a mountain environment of Central Italy. Geomorphology 204, 412–424. 2014.**

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

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.**

FONTANA, C.R.; LIMA W. DE P.; FERRAZ S. F. DE BARROS. **Avaliação da remoção de sedimentos pela operação de nivelamento de estradas florestais. Sci. For., Piracicaba, n. 76, p. 103-109, dez. 2007.**

FU, B. NEWHAM, L.T.H. RAMOS-SCHARRÓN, C.E. A review of surface erosion and sediment delivery models for unsealed roads. **Environmental Modelling & Software**. v 25, I. 1, p. 1–14, 2010.

GARCIA, A.R.; MACHADO, C.C.; SILVA, E.; SOUZA A. de P. PEREIRA, S.R. Volume de enxurrada e perda de solo em estradas florestais em condições de chuva natural. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.535-542, 2003.

GRACE III, J.M.; RUMMER, B.; STOKES, B.J.; WILHOIT, J. **Evaluation of erosion control techniques on forest roads**. Transactions of the ASAE, St Joseph, v.41, n.2, p.383-391, 1998.

GRIEBELER, N. P.; PRUSKI, F. F.; MEHL H. U; SILVA D. D. Da.; OLIVEIRAL. F. C. de. Equipamento para determinação da erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento do solo em canais de estradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. V.9, n.2, p.166-170, 2005.

GUCINSKI, H.; FURNISS, M.J.; ZIEMER, R.R.; BROOKS, M.H. **Forest road: A synthesis of scientific information Portland, Oregon**: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. General Technical Report PNW- GTR. 2001. 509 p.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C.; FABRICIO, A.C.; DEDECEK, R. & ALVES JUNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.21, p. 667-676, 1997.

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.

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

MARTÍNEZ-ZAVALA, L.; LÓPEZ, A. J.; BELLINFANTE, N. Seasonal variability of runoff and soil loss on forest road backslopes under simulated rainfall. **Catena**, n. 74, p.73-79, 2008.

MINELLA J. P. G.; MERTEN, G. H.; REICHERT, J. M.; DOS SANTOS, R. D. R. Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31. p 637-1646, 2007.

MUÑOZ-ROBLESA, C. REIDA, N.TIGHEA, M. BRIGGSB, S.V. WILSONA, B. Soil hydrological and erosional responses in areas of woody encroachment, pasture and woodland in semi-arid **Australia Journal of Arid Environments**, v 75, I 10, October, p 936–945. 2011.

RAMOS-SCHARRÓN, C. E. e MACDONALD, L. H. Measurement and prediction of natural and anthropogenic sediment sources, St.John, U.S. Virgin Islands. **Catena**, n. 71, p. 250-266, 2007.

RAMOS-SCHARRÓN, C. E. LAFEVOR, M. C. The role of unpaved roads as active source areas of precipitation excess in small watersheds drained by ephemeral streams in the Northeastern Caribbean. **Journal of Hydrology**, v 533, p. 168-179. 2016.

RIJSDIJK, A.; BRUIJNZEEL, S. L.A.; SUTOTO, C. K. Runoff and sediment yield from rural roads, trails and settlements in the upper Konto catchment, East Java, Indonesia **Geomorphology**, v. 87, I. 1–2, 1, p. 28-37. June 2007.

SAFARI, A.; KAVIAN, A.; PARSAKHOO, A.; SALEH, I.; JORDÁN, A. Impact of different parts of skid trails on runoff and soil erosion in the Hyrcanian forest (northern Iran) **Geoderma**, v. 263, n. 1, p. 161–167. 2016.

SHERIDAN, G.J. & NOSKE, P. J. A quantitative study of sediment delivery and stream pollution from different forest road types. **Hydrological Processes**, n. 21, p. 387–398, 2007.

THOMAZ, E. L. Geomorfologia e Agrossistemas: indicadores de degradação de solo. In: NUNES; J. O. R. & ROCHA, P. C. (Org.). **Geomorfologia: aplicação e metodologias**. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, Cap. 2, p. 33-56, 2008.

THOMAZ, E. L.; ANTONELLI, V. DIAS, W. A. Estimativa de Proveniência de Sedimento em Cabeceira de Drenagem com Alta Densidade de Estradas Rurais não Pavimentadas **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v, 16 n.2. p. 25-37. 2011.

THOMAZ, E. L. VESTENA L. R. RAMOS SCHARRÓN, C. E. The effects of unpaved roads on suspended sediment concentration at varying spatial scales – a case study from Southern Brazil. **Water and Environment Journal**. v,28, p. 547–555. 2014.

WOOD, S. D.; WORSHAM, A. D. Reducing soil erosion in tobacco fields with no-tillage transplanting **Journal of Soil and Water Conservation** 41, n. 3, p 193-196, 1986.

ZHOU, G. Y.; MORRIS, J. D.; YAN, H. H.; YU, Z. Y.; PENG, S. L. Hydrological impacts of reforestation with eucalypts and indigenous species: a case study in southern China. **Forest Ecological Management**, Amsterdam, v. 167, n. 1/3, p. 209-222, 2002.