

Proveniência de sedimentos na bacia do rio do Atalho, em Cruz Machado – PR, magnitude e integração

Sediment source in the Atalho river basin, in Cruz Machado – PR (Brazil), magnitude and integration

Vanderlei MARINHESKI [1](#)

Recebido: 19/07/2017 • Aprovado: 20/08/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Material e métodos](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Considerações finais](#)

[Referências](#)

RESUMO:

O presente estudo buscou avaliar a contribuição das diferentes fontes de sedimentos em uma propriedade representativa na Bacia do Rio do Atalho em Cruz Machado no Paraná. Esta propriedade possui um sistema de agricultura familiar com baixo nível tecnológico, com uso de ferramentas rudimentares (foice, enxada e o uso de animais para cultivar o solo). O relevo é caracterizado pela constante presença de blocos e matacões de rochas ígneas, além das declividades acentuadas das vertentes, características que predominam em outras propriedades da bacia e região. Para mensuração da erosão foram instaladas parcelas com pinos de erosão em áreas de lavoura com milho, erva-mate, pastagem, quintal e quatro trechos de estradas rurais internas da propriedade, além de dois trechos de estrada (pavimentadas com cascalho), fora da propriedade, um na estrada geral da bacia e outro que liga a casa de um agricultor à estrada geral. Os resultados indicaram a remoção acima dos níveis de tolerância para as características do solo, principalmente nas estradas e áreas de cultivo. A fonte que mais contribuiu com sedimentos foi a estrada com 30,36 kg/m², seguido da lavoura de milho com 9,08

ABSTRACT:

This study sought to evaluate the contribution of different sources sediment on a representative property in the Atalho River basin, Cruz Machado, Paraná. The property has a low-technology system of familial farms with the use of rudimentary tools (sickle, hoe and employment of animals to till the soil). Relief is characterized by the permanent presence of blocks and boulders of igneous rock and steep streamflow slopes, features that predominate on other properties of the basin and the region as a whole. To measure erosion, plots with erosion pins were installed in crops of corn, mate herb, pasture; yard; four sections of rural road within the property and two stretches of gravel road outside it – one on the general basin road and the other linking a farmhouse to that road. The results indicate soil removal in excess of tolerance levels for soil characteristics, primarily on roads and crop areas. The source which most contributed with was road sediments with 30,36 kg / m², followed of corn crops with 9,08 kg / m², yard 4,71 kg / m², pasture 0,21 kg / m² and mate herb 0,09 kg / m².

Keywords: Familial agriculture. Representative property. Measurement of erosion. Erosion pin. Terrain

1. Introdução

Os processos erosivos atuam na esculturação do relevo e na caracterização das paisagens, com a remoção, transporte e deposição de materiais, sendo a água e o vento, os seus principais agentes.

Segundo Castro (1956), os processos erosivos são desencadeados por forças ativas e passivas. As forças ativas estão relacionadas aos eventos chuvosos, a declividade, o comprimento das vertentes e a capacidade de infiltração da água no solo. As forças passivas dizem respeito à proteção do solo contra os agentes erosivos, como por exemplo, a cobertura vegetal. Tricart (1977) explica que em ambientes em bioestasia, a vegetação intercepta parte das gotas da chuva, que chegam com atraso ao solo. Já em ambientes em resistasia, o solo desprotegido da cobertura vegetal sofre o impacto direto das gotas de chuva e do escoamento de seus excedentes.

De acordo com Guerra et al. (1999) e Guerra (2005), alguns fatores controladores devem ser levados em consideração na avaliação dos processos erosivos, tais como: a erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal, características das encostas e as influências da ação antrópica. Morgan (1986) salienta ainda ser de fundamental importância à identificação desses fatores, relacionando-os com os processos erosivos, ou seja, deve-se compreender: Como? Onde? E porque ocorre a erosão?

No Brasil, a erosão hídrica é o principal agente erosivo nas áreas utilizadas para práticas agropecuárias. O transporte constante dos agregados superficiais degrada, em poucos anos, uma porção de solo que a natureza levou um longo período para formar, restando à camada compactada, a ausência dos minerais necessários para a nutrição das plantas (GUERRA, 2005).

Os investimentos financeiros que o agricultor faz na compra de insumos químicos para melhorar a produtividade das safras agrícolas, acabam aumentando os impactos ambientais, exaurindo a fertilidade dos solos, assoreando leitos de rios, contaminando a água potável com produtos agrotóxicos e destruindo os ecossistemas com a perda da biodiversidade, rompendo com o equilíbrio ecológico (LOMBARDI; BERTONI NETO, 1999). Fullen e Catt (2004) acrescentam que, se o ritmo da degradação dos solos ocupados pela agropecuária não diminuir, a tendência no futuro é de faltar alimentos para a crescente população do planeta.

Na região Centro Sul do Estado do Paraná, as áreas de ocupação agropecuária são caracterizadas por sistemas de agricultura familiar, ocupando setores do relevo com predisposição aos impactos ambientais como, declividade acentuada, solos rasos e abundância de cursos hídricos (MINELLA, 2007).

Para Muzilli et al. (1999), a falta de planos que estimulem o uso de técnicas adequadas de cultivo no sistema de agricultura familiar, pode agravar a situação da degradação das terras de baixa aptidão. Nesses sistemas, ainda prevalecem o uso do fogo para consumir os restos culturais e o revolvimento excessivo do solo, mesmo que com equipamentos de tração animal. Nessa esteira, Mendonça, Lombardi Neto e Viegas (2006), asseguram que o aumento das áreas ocupadas com práticas agropecuárias desconsiderando os limites de capacidade de uso da terra torna-se atividades que geram destruição do solo. Ainda sobre o assunto, Hudson (1982), destaca que, a melhor gestão das terras é aquela em que o solo tem o uso mais produtivo e intensivo para as características do ambiente sem que haja degradação.

A quantificação das perdas de solo por diferentes usos torna-se ferramenta de fundamental importância para empregar técnicas de controle da erosão (MOREIRA, 2006). Para Bertoni e Lombardi Neto (1999), com a avaliação da magnitude da degradação do solo pelos processos erosivos, propicia-se a identificação das principais formas erosivas, sua espacialização na área e

o grau de redução da capacidade produtiva das terras.

Assim, foi desenvolvido um estudo na Bacia do Rio do Atalho, no município de Cruz Machado no Estado do Paraná, com o objetivo de avaliar a produção de sedimentos nos diferentes usos da terra em uma propriedade rural representativa, além de seis trechos de estradas: 4 dentro da referida propriedade e 2 ao longo da bacia.

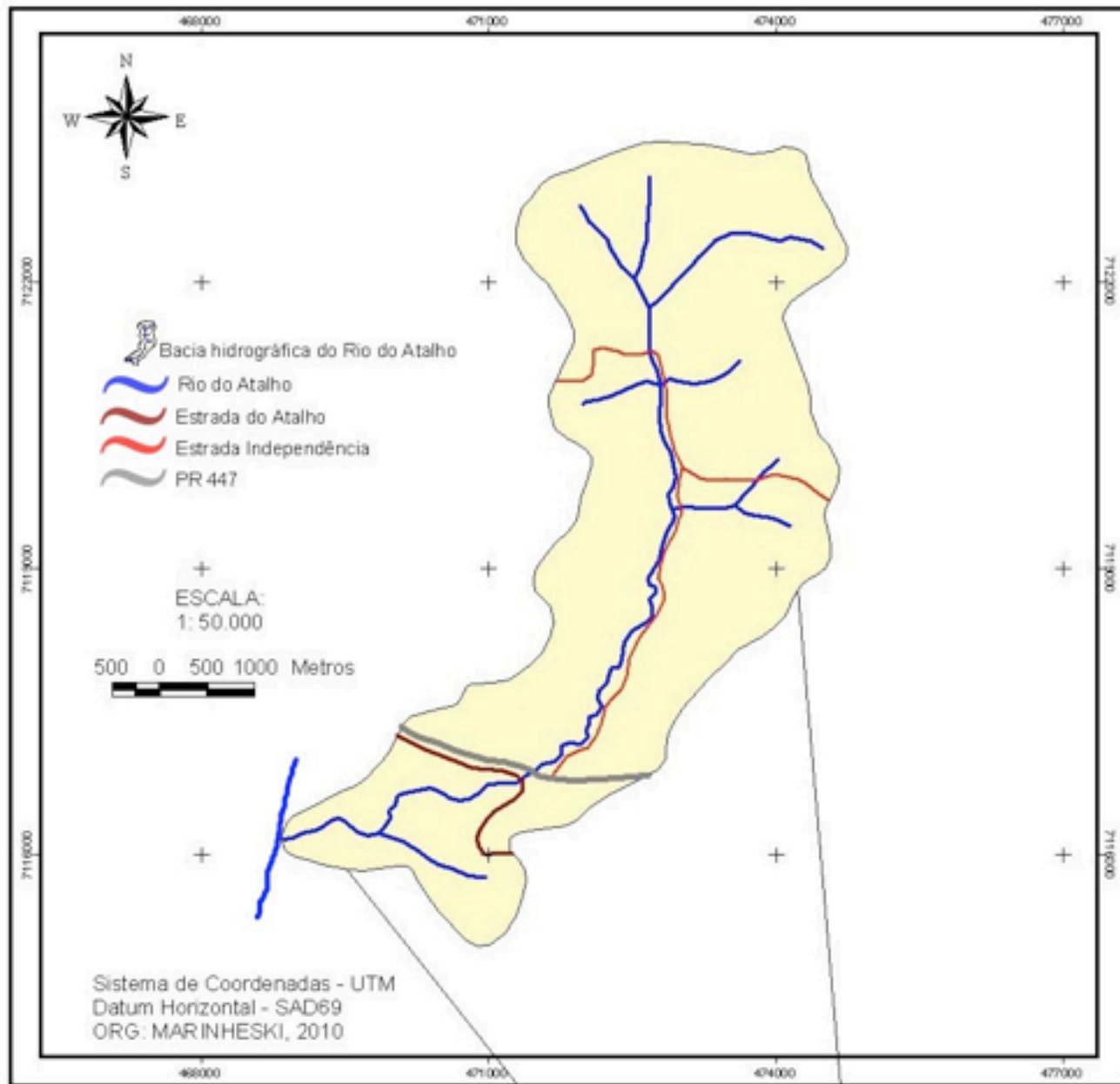
2. Material e métodos

2.1 Características da área de estudo

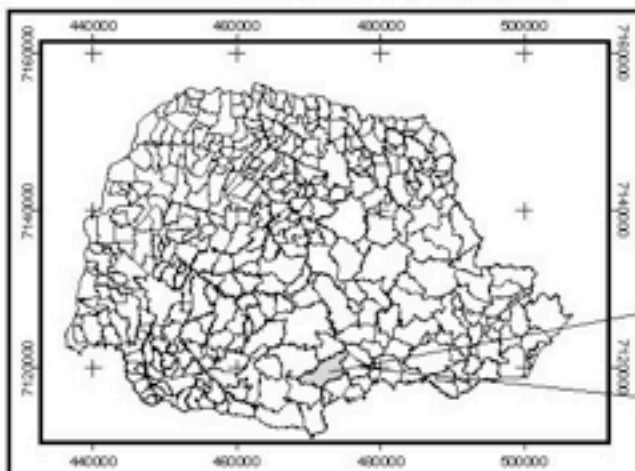
A presente pesquisa foi realizada em uma propriedade rural representativa na Bacia do Rio do Atalho, afluente de terceira ordem fluvial da margem esquerda do Rio das Antas, localizado no município de Cruz Machado, Paraná. A área da bacia é de 2.074,77 ha [2], inserida totalmente na zona rural (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Localização da área de estudo.

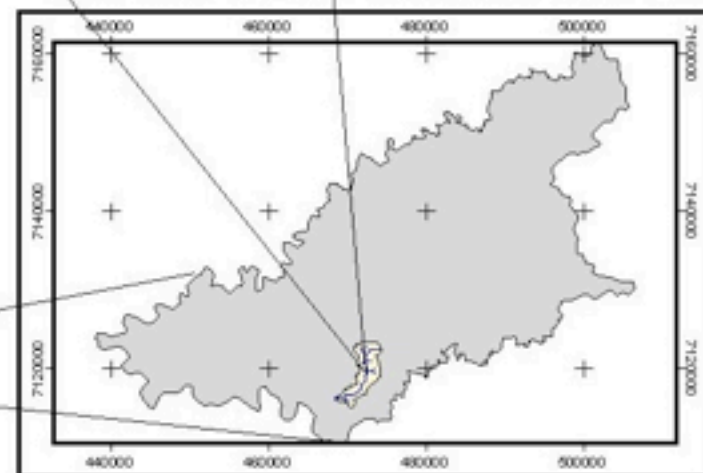
BACIA DO RIO DO ATALHO - PR



ESTADO DO PARANÁ



MUNICÍPIO DE CRUZ MACHADO



Org: Autor, 2016.

Segundo a classificação climática de Köppen, a região de estudo insere-se no regime climático Cfb, subtropical úmido, com médias de temperaturas anuais em torno dos 10°C nos meses

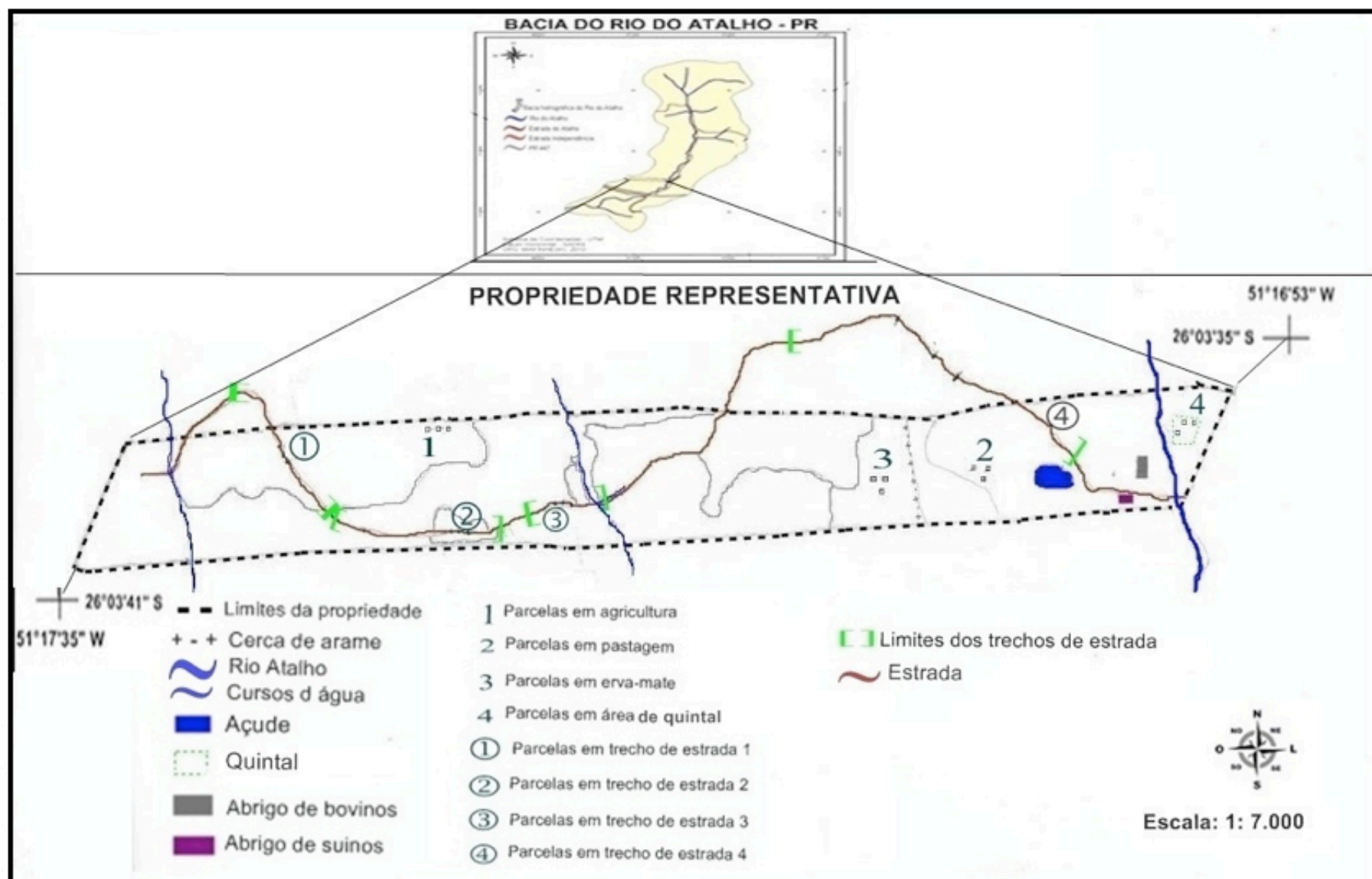
mais frios e 22°C nos meses mais quentes, com índices pluviométricos em torno dos 1800 a 2000 mm anuais (MAACK, 2002).

A vegetação que recobre o relevo da Bacia Hidrográfica do Rio do Atalho é caracterizada pela Floresta Ombrófila Mista. Remanescentes de florestas frias destacam-se: o pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*), a imbuia (*Ocotea porosa*) e a erva-mate (*Ilex paraguarienses*) (MAACK, 2002).

2.2 Seleção da propriedade e suas características

Na presente pesquisa primeiramente utilizou-se o método empírico com a escolha da área de análise (Bacia do Rio do Atalho e uma propriedade rural representativa na referida bacia), a seleção dos instrumentos a serem instalados para mensurar os processos erosivos e o número de amostras para cada tipo de uso do solo. A propriedade representativa situa-se na vertente do lado direito da Bacia do Rio do Atalho, a 2,25 km da foz do rio (FIGURA 2).

FIGURA 2 – Localização da propriedade representativa na Bacia do Rio do Atalho, PR.



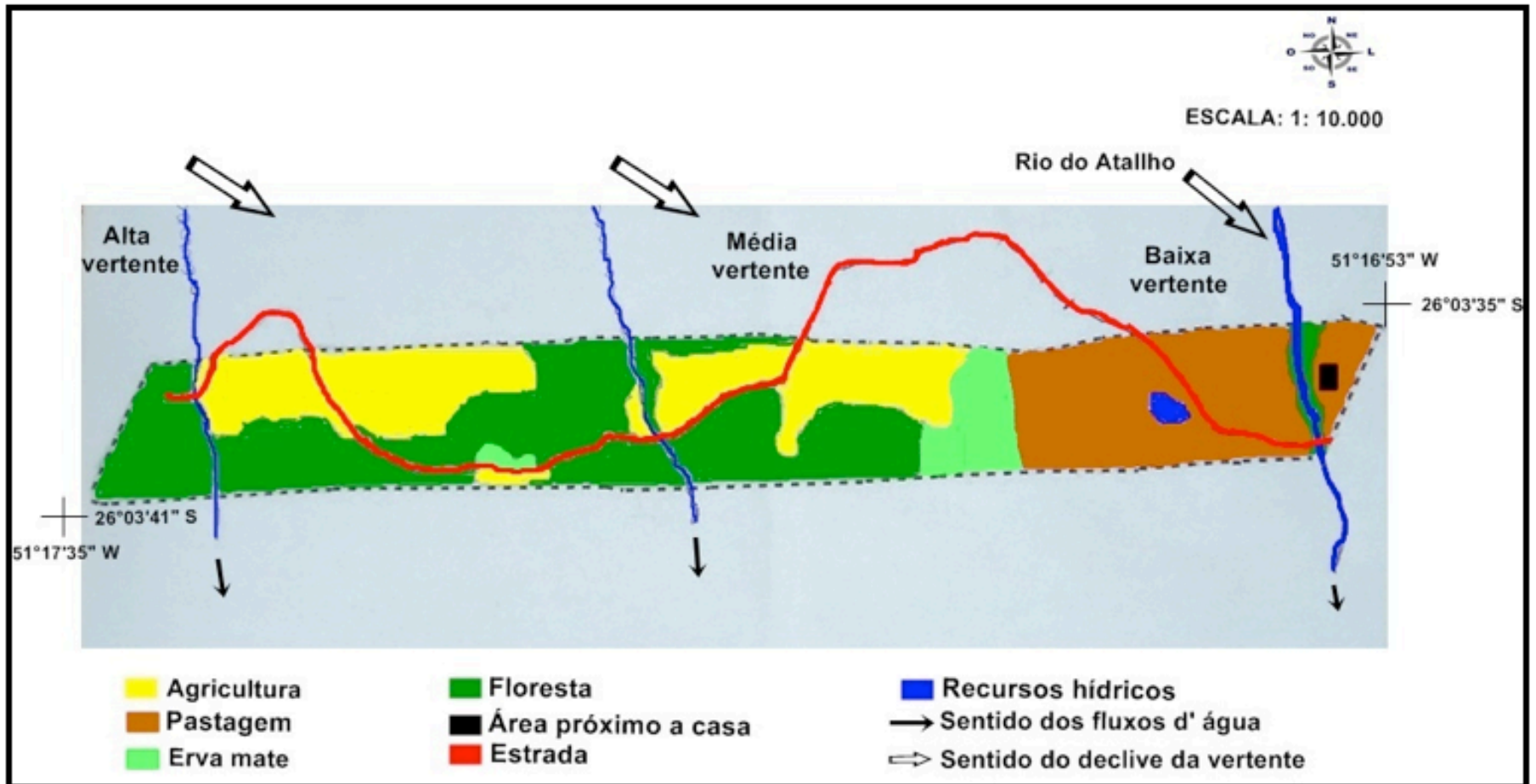
Org: Autor, 2016.

A propriedade possui área de 13,5 ha, distribuídos em diferentes usos: 23,5% agricultura, 26% pastagem, 5,0% erva mate, 41% floresta, e cerca de 4,5% em estradas, quintal e recursos hídricos (FIGURA 3). A escolha dessa propriedade deve-se à identificação dos usos do solo em relação às demais propriedades da bacia e do próprio município de Cruz Machado.

É destacado também nessa propriedade, a própria localização das diferentes formas de uso e ocupação do solo, que é dominante no município como um todo. As casas e os abrigos para os animais, produtos e equipamentos agrícolas, são construídas na baixa vertente, nos fundos de vale. Já as áreas para a agricultura ocupam a média e alta vertente, e nos interflúvios predomina a mata, que forma a área de reserva legal da vegetação (FIGURA 3).

As propriedades têm em média de 12 a 25 hectares e também se relaciona aos aspectos de ocupação da região. A estrada principal na bacia está localizada no fundo do vale próximo ao rio, e dos dois lados da estrada foram estabelecidos os lotes [3], que vão do fundo do vale até o interflúvio. Esses lotes têm em torno de 1000 metros de comprimento do fundo do vale até o interflúvio e, em torno de 240 metros de largura, com faixas estreitas, dificultando também a logística das estradas.

FIGURA 3 – Mapa de uso do solo na propriedade representativa na Bacia do Rio do Atalho, PR.



Org: Autor, 2016.

O relevo é dissecado (ondulado a forte ondulado) [4], o solo possui afloramento de rochas ígneas, além de várias nascentes que não permitem uma mecanização intensiva. Por este motivo, desde a chegada dos imigrantes até a atualidade, são utilizados animais (cavalos e muares) como força de trabalho para revolver a terra e mover os "carroções". O "carroção", também deve ser considerado como um agente erosivo na área de estudo. Com rodas finas de madeira, circundadas por uma chapa de ferro, que contribuem com sua movimentação para a desagregação do solo e produção de sedimentos.

2.3 Procedimento de mensuração da erosão nas áreas agrícolas

Antes das mensurações da erosão elaborou-se um calendário agrícola da bacia. Desta forma, pode-se relacionar a magnitude dos processos erosivos com a dinâmica do uso do solo.

Para mensuração dos processos erosivos na propriedade representativa da Bacia do Rio do Atalho, utilizaram-se parcelas com pinos de erosão. Os pinos de erosão, como técnica de mensuração, foram usados pela primeira vez por Wolman em 1959 (ROCHA et al., 2008). A técnica consiste na inserção de pinos na superfície a ser avaliada durante 1 ou 2 anos. A perda de solo ou remoção é obtida a partir da exposição dos pinos.

Utilizaram-se vergalhões de ferro de 4,2 milímetros de diâmetro com 20 centímetros de comprimento, sendo inserido 15 cm no solo, e 5 cm expostos para mensuração. A instalação foi em parcelas medindo 2 x 2 metros. Os pinos foram colocados em linhas, 5 linhas com 3 pinos para cada área, com espaçamento entre os pinos de aproximadamente 50 cm. Foram instaladas 3 parcelas em cada uso do solo: área de lavoura de milho, pastagem, plantio com erva-mate e

área de quintal (horta, pomar e jardim).

No quadro 1, é apresentada a caracterização dos locais de mensuração:

Uso do solo	Características do manejo	Características do relevo e solo	Declividade
Lavoura de milho	Sistema de cultivo convencional, solo é revolvido com uso do arado movido por força animal (equinos). E controle das ervas invasoras com enxada.	Alta vertente, relevo convexo, com predomínio de Neossolo Litólico, grande presença de materiais rochosos.	27%
Pastagem	Sem manejos periódicos, somente sofre influência do pisoteio de bovinos.	Baixa vertente, relevo com comprimento retilíneo e largura convexa. Solo: Neossolo Litólico e Cambissolo, com grande presença de blocos e matações de rochas.	15%
Erva mate	Somente é retirado às ervas invasoras. Procedimento realizado manualmente com a foice.	Média vertente, relevo com largura convexa e comprimento retilíneo. Solo: Neossolo Litólico, com presença de blocos e matações de basalto.	30%
Quintal	Sistema de cultivo convencional, com uso da enxada para o revolvimento do solo.	Fundo de vale, relevo retilíneo. Predomínio de Cambissolo.	10%

Quadro 1 – Caracterização dos locais mensurados.
Fonte: Autor, 2016.

2.4 Análise de fertilidade e física de solo

Nas áreas de monitoramento e em um local com depósito de sedimentos (em meio à mata) proveniente de estradas e área agrícola, foram realizadas análises física e de fertilidade do solo. A coleta de solo foi efetuada com base nas indicações de Silva (1997). Para cada área foram coletadas 10 subamostras (0-20 cm) posteriormente, o material foi homogeneizado formado uma amostra composta por 300g de solo.

Para as análises de densidade global foram utilizados a técnica de anéis volumétricos (100 cm³) por meio de coleta de amostras indeformadas de solo para cada local de mensuração, coletadas na parte superficial. Com três amostras para cada uso, utilizando-se a média das três, como referência para as estimativas de perda de solo.

As análises foram realizadas em laboratório credenciado do Instituto Agrônomo do Paraná (granulometria e densidade) e química de rotina.

2.5 Estimativa de perda de solo

As mensurações foram anotadas com frequência de um ou dois meses. Nos meses com maior concentração dos índices pluviométricos, as leituras foram mensais. Os dados iniciais foram obtidos em julho de 2009, com a instalação dos experimentos. A partir desses dados, em cada nova leitura foi estabelecida a média de remoção de solo nos pinos ou de rebaixamento do perfil das estradas.

Para calcular a perda de solo a partir da exposição de cada pino e perfil de estrada foi utilizada a equação adaptada da proposta de (ANTONELI et al., 2009): Dados da coleta subtraídos pelos dados da mensuração anterior. Exemplo:

Equação 1

$$E = Pe - Pi$$

Em que:

E = Exposição dos pinos ou perfil pela erosão em (cm);

Pe = exposição do pino (cm);

Pi = exposição inicial do pino (5 cm).

Com a equação 1 obteve-se os resultados para cada pino ou medidas dos perfis. Também foram estabelecidas médias para cada parcela com a soma dos 15 pinos ou de todas as medidas do perfil no caso das estradas, dividindo pelo total dos mesmos em cada uma, resultando na média para o período de coleta (EQUAÇÃO 2).

Equação 2

$$E = (5,1 + 5,2 + \dots + 5,3)$$

$$M = \frac{\quad}{Tp}$$

Em que:

M = Médias para cada parcela ou perfil;

E = Soma da exposição dos 15 pinos ou de todas as medidas do perfil pela erosão em (cm);

Tp = Total de pinos ou medidas do perfil.

Thomaz e Antoneli (2008) destacam que a partir dos dados da densidade do solo pode ser avaliada a quantidade de solo removido por área em kg/m², com base na equação 3.

Equação 3

$$E = R \times Ds$$

Em que:

E = erosão ou acúmulo de solo em (kg/m²);

R = rebaixamento da superfície em (mm);

Ds = Densidade do material (g/cm³).

2.6 Procedimento de mensuração da erosão nas estradas rurais

Para a mensuração nas redes viárias foram escolhidos seis trechos de estrada, sendo um da estrada principal da bacia com "cascalho", que interliga a comunidade à PR 447, um trecho de uma estrada pavimentada com "cascalho" dentro de uma propriedade e quatro trechos de estradas não pavimentadas. Essas últimas são vias secundárias que ligam as propriedades, lavouras e pastagens à estrada principal.

Em cada trecho mensurado de estrada fez-se a caracterização dos mesmos, sua localização na vertente, tipo de relevo, declividade e tipo de pavimentação (QUADRO 2).

Trecho da Estrada	Tipo de estrada	Setor da vertente e características do relevo	Declividade

1	Sem pavimentação, interligando propriedade a lavoura	Alta/Convexo	20%
2	Sem pavimentação, interligando propriedade a lavoura	Alta/Côncavo	10%
3	Sem pavimentação, interligando propriedade a lavoura	Alta/Convexo	20%
4	Sem pavimentação, interligando propriedade a lavoura	Média/Patamar	20%
5	Leito "cascalhado", estrada que conecta uma propriedade a estrada principal da Bacia.	Baixa/Retilíneo	15%
6	Leito "cascalhado", estrada principal da Bacia.	Média/Côncavo	16%

Quadro 2 – Caracterização dos trechos de estradas.
Fonte: Autor, 2016.

O estudo nos dois trechos de estrada com "cascalho" foi realizado na tentativa de verificar se esta prática auxilia na diminuição de perdas de solo e se é viável para as demais estradas. Visto que a estrada principal da bacia tem esse tipo de pavimentação e por ela circulam toda a produção agropecuária da bacia, necessitando que esteja em bom estado de conservação. Além disso, segundo a Secretária Municipal de Transportes do Município de Cruz Machado, a cidade conta com 6.253 km de estradas com essas características ("cascahada").

Para a mensuração da erosão nos barrancos dos trechos de estradas foram utilizadas parcelas com pinos de erosão com comprimento de 50 cm, sendo 45 cm introduzidos no barranco e 5 cm ficaram expostos, devido à possibilidade da queda de blocos dos barrancos e perda do pino. Nesse caso, são duas parcelas de pinos para cada perfil da estrada, uma para cada lado dos barrancos. Em média foram colocados 6 pinos para cada parcela com duas linhas horizontais de 3 pinos. A dimensão dessas parcelas foi de 50 cm de largura e 1 metro de comprimento. A distância entre os pinos ficou em torno de 50 cm, tanto na parte horizontal como na vertical. Foram monitoradas 36 parcelas em trechos de barrancos de estradas.

As mensurações de erosão nas faixas rolagem das estradas foram através do rebaixamento perfil topográfico. Primeiro foram inseridas estacas nos dois lados dos barrancos, que serviram como referência para todas as coletas. Em seguida, foi colocada uma trena esticada na estaca de um lado a outro do barranco. A avaliação do rebaixamento dos perfis foi medida a cada 25 cm ao longo do leito da estrada. Este procedimento foi executado em todos os trechos das estradas mensuradas.

2.7 Mensuração da precipitação e análise dos dados

O acompanhamento das precipitações pluviométricas foi realizado com a instalação de três pluviômetros (tipo cone) em diferentes pontos da bacia, sendo um na propriedade representativa. Após cada evento chuvoso foi realizada a coleta dos dados em milímetros (mm), somando-se os índices das precipitações para cada período de coleta. Com isso, foi possível comparar as variáveis de remoção do solo com os índices pluviométricos.

A análise estatística dos dados foi baseada em Vieira (1980). Obtendo-se a exposição final por pino de erosão, a média final por parcela em cada tipo de uso do solo e o desvio padrão para os dados.

3. Resultados e discussão

3.1 Calendário agrícola

O calendário agrícola influencia diretamente no grau de cobertura do solo e deve ser levado em consideração no acompanhamento dos processos erosivos (QUADRO 3).

Atividades agrícolas	Ano de 2009						Ano de 2010						
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Colheita de milho													
Preparo do solo													
Plantio das culturas													
Colheita do feijão e fumo													
Tratos culturais (capina e passagem de herbicidas)													
Colheita do milho													
Desenvolvimento das culturas Vegetais													
Uso do "carroção"	Intenso		Médio			Baixo			Médio			Intenso	

Quadro 3 – Calendário agrícola utilizado pelos agricultores da Bacia do Rio do Atalho, PR.
Fonte: Autor, 2016.

Na Bacia do Rio do Atalho, os meses de agosto a outubro são destinados ao preparo das terras, iniciando-se o ano produtivo, sendo ainda, o período em que o solo fica vulnerável aos agentes erosivos. O plantio das safras é realizado nos meses de setembro a novembro. As colheitas do feijão e fumo ocorrem de janeiro a março, a do milho, de março a agosto e, o período em que as plantas oferecem maior cobertura vegetal, fica entre outubro até abril, o que pode ser observado no quadro 3 com o calendário agrícola da região.

É no período de desenvolvimento das culturas vegetais que o solo terá maior proteção contra os processos erosivos, no caso específico do milho é nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que apresenta maior cobertura foliar.

3.2 Perda de solo em uso agrícola e estradas

No quadro 4, são apresentados às perdas de solo nos diferentes usos e as precipitações pluviométricas monitoradas no período de julho/09 a julho/10. A precipitação total durante o monitoramento foi de 2.748 mm, o que pode ser explicado pela incidência do El Niño. Segundo Silva (2000), em verões com ocorrência do El Niño a região Sul do Brasil pode apresentar

índices pluviométricos de 300% a mais que as médias para o período.

Com base nas 3 parcelas dos diferentes usos, foram estabelecidas médias de remoção do solo em kg/m² para os diferentes usos mensurados na Bacia do Rio do Atalho, estando apresentados no quadro 4.

As médias de remoção de solo na lavoura com milho apresentaram ao total perda de 9,08 kg/m²/ano. As variáveis nos dados de remoção de solo podem ser relacionadas com as alterações nos índices pluviométricos e com a cobertura vegetal. No período de maturação do milho (abril a junho), registraram-se as maiores médias de perda de solo, e os dados referentes ao mês de junho/10, apresentaram o segundo maior acumulado de chuvas (QUADRO 4).

Desta forma, pode ser destacado que a área com agricultura de milho teve as maiores médias de perda de solo no período de maturação da cultura, representando 59,15% do total das remoções. No ciclo intermediário de crescimento da cultura foram registradas as menores médias, com 7,60% no mês de janeiro e 3,52% para fevereiro de 2010 (QUADRO 4).

Conforme o quadro 4, verifica-se que as perdas de solo em área de pastagem corresponderam a 0,21 kg/m²/ano, sendo que, as maiores médias de remoção do solo ocorreram nos meses de outubro/09, e junho/10, representando 38,08% das perdas. Esses dois índices com maiores perdas ocorreram justamente nos períodos que apresentaram a duas maiores concentração das precipitações pluviométricas, com 40,45% do total das chuvas monitoradas.

A partir de dezembro a pastagem atinge seu ápice, o que pode ser verificado com relação às perdas, que diminuem nas mensurações de janeiro e fevereiro de 2010, apesar das precipitações também serem menos volumosas. Já nas coletas de abril/10 pode ser evidenciado que os índices de perdas de solo voltam subir (QUADRO 4), momento que a pastagem cessa o crescimento devido diminuição das temperaturas.

As perdas de solo em erva-mate foram de 0,09 kg/m²/ano de solo, com variações de perdas ao longo das coletas. Consequentemente, as taxas de remoção de solo podem ser relacionadas aos diferentes estágios da cobertura vegetal encontrada na área de erva-mate. As maiores médias de perda de solo ocorreram após o corte dos ervais para comercialização (QUADRO 4). Isso fica evidente se comparado com os índices das precipitações, na mensuração referente ao mês de outubro teve o maior acumulado das chuvas 578 mm (21%), em contrapartida não houve perdas de solo, resultado que pode ser relacionado ao auge da cobertura vegetal.

Período de Mensuração	Remoção do solo em agricultura (kg/m ²)	Remoção do solo em pastagem (kg/m ²)	Remoção do solo em erva-mate (kg/m ²)	Remoção do solo em quintal (kg/m ²)	Remoção do solo em estradas (kg/m ²)	Precipitação (mm) e participação no total anual (%)	
						(mm)	(%)
Ago/09	0,61±0,49 ¹	0,02±0,02 ¹	0,01±0,01 ¹	0,40±0,15 ¹	4,56±5,16 ¹	128	4,65
Out/09	0,72 ±0,33	0,04 ±0,03	0,00 ±0,00	0,16 ±0,20	4,92 ±2,40	578	21,00

Dez/09	0,98 ±1,03	0,03 ±0,01	0,01 ±0,01	0,03 ±0,05	4,32 ±4,32	456	16,59
Jan/10	0,69 ±1,63	0,02 ±0,03	0,01 ±0,03	0,87 ±0,78	3,84 ±3,72	301	10,95
Fev/10	0,32 ±0,19	0,01 ±0,02	0,02 ±0,01	0,26 ±0,23	2,40 ±3,09	260	9,46
Abr/10	3,34 ±1,85	0,03 ±0,01	0,03 ±0,02	0,75 ±0,46	5,88 ±6,00	327	11,97
Jun/10	2,03 ±0,33	0,04 ±0,04	0,01 ±0,01	1,84 ±1,03	3,48 ±3,48	535	19,45
Jul/10	0,39 ±0,16	0,02 ±0,03	0,00 ±0,00	0,40 ±0,01	0,96 ±0,84	163	5,93
Total (média e desvio padrão)	9,08 ±6,04	0,21 ±0,19	0,09 ±0,09	4,71 ±2,91	30,36±29,01	2.748	100,00

Quadro 4 - Médias de remoção de solo em kg/m²/ano nas parcelas dos diferentes usos.

Fonte: Autor, 2016.

Notas: ¹ Média de remoção do solo em kg/m² e Desvio Padrão.

Desta forma, constatou-se que a área de erva mate teve aumento das perdas de solo após o corte do erval, sendo três vezes maior que as perdas em abril/10 se comparadas anteriores.

As parcelas na área de quintal apresentaram 4,71kg/m²/ano de perda de solo. O período com maior perda correspondeu à coleta de junho/10 com 1,84 kg/m², representando 39,07% das perdas em área de quintal. Foi o período que também apresentou o segundo maior acumulado das precipitações pluviométricas, com 535 mm (19,45%). Já a menor perda foi registrada na coleta de dezembro/09 com 0,03 kg/m², representando 0,63% das perdas mensuradas na área de quintal (QUADRO 4).

As estradas da bacia apresentaram às maiores médias de remoção de solo ao longo das mensurações, com perdas de 30,36 kg/m²/ano (QUADRO 4). Ainda de acordo com o quadro 4, identifica-se, que a maior perda aconteceu na coleta de abril/10 com 5,88 kg/m², representando 19,37% das perdas mensuradas para as estradas. Já, as mensurações de dezembro/09 a fevereiro/10 apresentaram quedas nos índices de perda de solo, neste caso

pode ser relacionado ao calendário agrícola visto no quadro 3, que esse período corresponde ao de menor uso do "carroção" na bacia, devido às culturas estarem em fase de maturação e tendo o início das colheitas.

Em contrapartida as coletas de julho/10, período com grande uso do "carroção" teve a menor média de perda de solo com 0,96 kg/m². Nesse período também foram verificadas uma das duas menores concentrações das chuvas com 163 mm (5,93%), (QUADRO 4).

Os 4 primeiros trechos, localizados na estrada não pavimentada da propriedade representativa e com uso constante do carroção, apresentaram maiores médias de rebaixamento do perfil que os trechos com "cascalho". Neste caso verificou-se que nos trechos de estradas com "cascalho", houve menor perda de solo. O "cascalho" ajudou a diminuir o destacamento de sedimentos nas pistas de rolamento, e grande parte dos sedimentos nesses trechos ("cascalhados") foram provenientes dos barrancos.

Desta forma, os processos erosivos nas estradas da bacia do rio do Atalho, PR, tiveram influência de vários elementos, o uso do "carroção", estrutura do solo nos leitos de circulação e barrancos, altura dos barrancos, posição dos barrancos, "cascalho" na pista de rolagem e declividade.

3.3 Análise de fertilidade e física do solo

Os diferentes usos do solo influenciam nas características de fertilidade e disponibilidade de minerais para as plantas. Desse modo, nos locais de monitoramento dos processos erosivos foram realizadas análises químicas (de rotina) e físicas (granulometria e densidade global). No quadro 5, são apresentados os resultados da análise química das 4 áreas monitoradas (lavoura de milho, pastagem, erva-mate e área próximo a casa).

De uma forma geral, o solo na área de quintal apresentou a melhor fertilidade, com elevada concentração de fósforo e boa disponibilidade de potássio e cálcio, além de ser rico em matéria orgânica. Na sequência, pode-se destacar a área com lavoura de milho com pH menos ácido, mas com menor concentração de fósforo e potássio. Já a área de pastagem teve a menor fertilidade e pH mais ácido, sem diferir muito da área de erva-mate, que apresentou elevada disponibilidade de matéria orgânica, essas duas áreas não recebem nenhum tipo de adubação (QUADRO 5).

Em conformidade com os resultados da análise química, o local com a lavoura de milho recebe, anualmente, fertilizantes químicos junto com o plantio das safras, e reposição periódica de nitrogênio com aplicação de ureia nitrogenada, além da correção do pH, realizada a última correção há cerca de 10 anos, com a aplicação de calcário.

Também é importante assinalar que a granulometria pode influenciar na produtividade das culturas. Solos arenosos, geralmente apresentam pequenos teores de matéria orgânica, baixa capacidade de absorção de nutrientes e de retenção de água. Já em solos argilosos, pode acontecer o encrostamento superficial, a compactação e a falta de oxigênio em locais demasiadamente encharcados (RAIJ, 1991).

A densidade global, ou densidade aparente, evidencia a situação do solo com relação ao peso de determinado volume. A análise deve ser realizada em amostras indeformadas, refletindo também, a porosidade do material no ambiente natural.

Segundo Torres e Saraiva (1999) in Thomaz et al. (2008), solos com textura argilosa e abundante em matéria orgânica apresentam densidade com média de 1,00 g/cm³. Já solos com a mesma textura, mas com manejos inadequados, possuem densidade em torno de 1,45 g/cm³, evidenciando que a densidade tem variações conforme o tipo de manejo.

Descrição da amostra	mg/dm ³	g/dm ³	pH	cmol/c/dm ³ de solo	%
----------------------	--------------------	-------------------	----	--------------------------------	---

Local da Amostra	P	C	AI	H+AI	Ca	Mg	K	SB	T	V	SAI	
Lavoura de milho	6.3	29.20	5.00	0.05	4.96	7.20	3.95	0.28	11.43	16.39	69.73	0.43
Pastagem	1.3	27.30	4.40	1.00	6.21	2.45	1.65	0.38	4.48	10.69	41.90	18.24
Erva mate	3.5	45.30	4.10	1.80	9.70	2.25	1.05	0.19	3.49	13.19	26.45	34.02
Área de quintal	21.4	35.10	4.70	0.20	5.76	6.90	2.25	0.38	9.53	15.29	62.32	2.05
SB= Soma de Bases	T= Capacidade de Troca de Cátions				V= Saturação por Bases				Sal= Saturação pó Alumínio			
P – K: Mehlich I	Ca – Mg – Al: KCI M				pH: CaCl ₂ 0,01 M				C= Walkley – Black			

Quadro 5 – Resultados da análise química (de rotina) para os diferentes pontos de mensuração.
Fonte: IAPAR, 2016.

Os cultivos convencionais com o uso de máquinas pesadas tendem a aumentar a densidade, compactando o solo e diminuindo a porosidade, dificultando o crescimento das raízes. Derpsch et al. (1991, p. 71-72) destaca que “com densidades aparentes inferiores a 1,20 g/cm³ problemas de enraizamento ou aeração não são prováveis. Somente com densidades aparentes superiores a 1,25 g/cm³ é possível haver dificuldades de crescimento das raízes.”

Os resultados das análises físicas (densidade e granulometria) do solo nas diferentes áreas de monitoramento da Bacia do Rio do Atalho são apresentados no quadro 6. Essa densidade foi utilizada para estimar as perdas de solo. As maiores médias de densidades estão nos perfis dos trechos de estrada 1, 2, 3 e 4 com 1,26 g/cm³, seguidas da área de pastagem com 1,24 g/cm³. O local de agricultura apresenta densidade de 1,09 g/cm³ e não apresenta limitação para o crescimento das raízes. Já os locais com menor densidade, estão nos barrancos de estrada (trechos 5, 6) e na área com erva-mate, apresentando índices abaixo de 1,00 g/cm³, com grande presença de matéria orgânica.

Ainda com base no quadro 6, pode-se comparar as diferentes porcentagens de textura dos pontos analisados. A área de agricultura com o cultivo de milho apresentou a menor porcentagem de argila (16,70%) e maior proporção de areia (50,20%), seguida do local com depósito de solo na mata, com 39,65 de areia e 37,95 de argila. Nesses casos, não significa que exista areia, mas sim, fragmentos grosseiros de rochas ígneas resultantes do baixo grau de intemperismo do solo. A área próxima a casa apresentou maior porcentagem de silte com 48,75%. Essa grande porcentagem de silte pode ser relacionada aos depósitos de sedimentos coma as cheias do Rio do Atalho, PR. Nos demais pontos de mensuração tem-se o predomínio de argila chegando a 74,00% nos barrancos dos trechos de estradas 1, 2, 3, e 4 (QUADRO 6).

Local da amostra	Densidade do solo (g/cm ³)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
Lavoura de milho	1,09±0,04 ¹	16,70±0,66 ¹	33,10±0,15 ¹	50,20±0,75 ¹

Pastagem	1,24±0,02	39,45±0,21	33,40±0,19	27,15±0,49
Erva mate	0,87±0,00	41,40±0,11	29,95±0,05	28,65±0,15
Área de quintal	1,01±0,09	22,40±1,10	48,75±1,00	28,85±1,11
Perfis dos trechos de estrada 1, 2, 3 e 4	1,26±0,01	44,65±0,25	35,10±0,27	20,25±0,22
Barrancos dos trechos de estradas 1, 2, 3 e 4	1,14±0,19	74,00±2,47	16,00±0,31	10,00±2,33
Barranco do trecho de estrada 5	0,81±0,07	63,35±2,32	25,05±0,30	11,60±0,42
Barranco do trecho de estrada 6	0,88±0,05	62,60±0,67	20,15±0,65	17,25±0,52
Depósito de sedimentos proveniente de estradas e área agrícola	1,07±0,03	37,95±1,66	22,40±0,79	39,65±0,94

Quadro 6 Resultados das análises físicas (densidade global e granulometria) para os diferentes pontos de mensuração.

Fonte: IAPAR, 2010.

Notas: ¹Média das análises e Desvio Padrão.

As características físicas do solo ajudam a compreender as influências que os diferentes usos causam, tornando-se mais evidente, nos locais de pastagens e perfis de trecho de estradas, onde se encontra as maiores densidades. A isso, pode-se relacionar a compactação decorrente do pisoteio de animais e os diferentes fluxos de circulação nos leitos das estradas.

Dessa forma, densidade e granulometria devem ser consideradas quando se trabalha com perdas de solo, porque variações de textura e densidade repercutem na capacidade de agregação e na suscetibilidade do solo a ser destacado e transportado pela água.

3.4 Integração das áreas fontes de sedimentos na bacia

Segundo Minella (2009) em mensurações para identificar áreas fontes de sedimentos em uma sub-bacia hidrográfica rural no Sul do Brasil, ficou constatado que as principais fontes de sedimentos foram as lavouras e as estradas. As lavouras tiveram em média contribuição de 64%, e as estradas 36% do total de sedimentos produzidos entre ambas.

Com esse o objetivo de identificar a relativa contribuição das fontes de sedimentos foi relacionado à produção com a área ocupada (FIGURA 4).

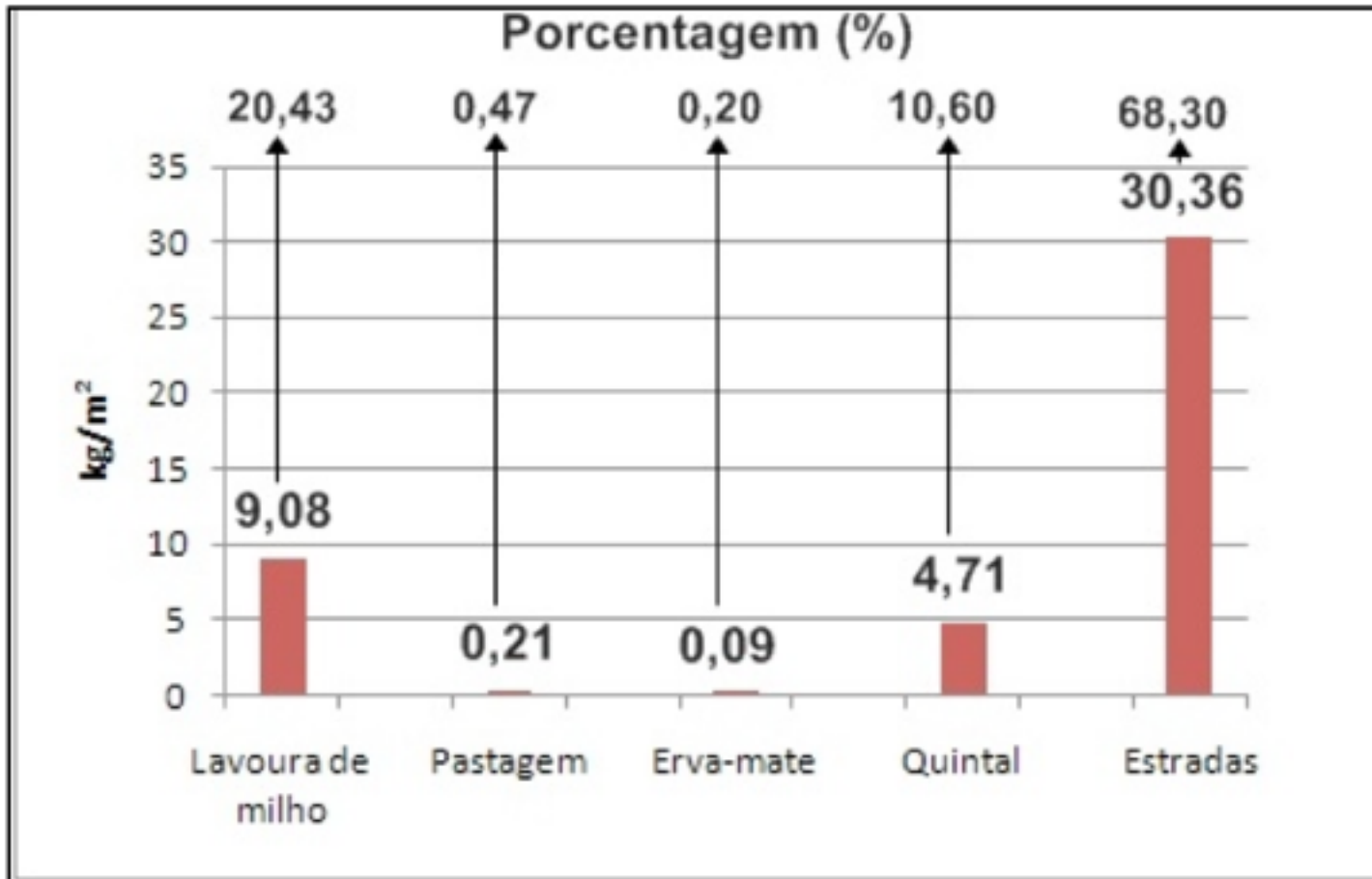


Figura 4 – Estimativa de perda de solo em kg/m²/ano e a porcentagem em relação ao total de acordo com usos do solo na Bacia do Rio do Atalho, PR. Fonte: Autor, 2010.

Segundo os dados da figura 4, as estradas apresentaram as maiores perdas de solo por áreas ocupadas, com 30,36 kg/m² (76 vezes acima do nível de tolerância), porque segundo FAO (1967) e Bertoni e Lombardi (1999), em solos pouco profundos (exemplo: Neossolos Litólicos e Cambissolos), podem-se tolerar perdas de até 0,4 kg/m²/ano. A agricultura com a lavoura de milho aparece na sequência com 9,08 kg/m²/ano (22 vezes acima do nível de tolerância). A área de quintal também apresentou médias de perda de solo 11 vezes acima dos níveis de tolerância com 4,71 kg/m²/ano. Já as parcelas no local de pastagem e erva mate tiveram as menores médias de perda de solo, dentro dos níveis tolerados com 0,21 kg/m²/ano para pastagem e 0,09 kg/m²/ano para erva-mate (FIGURA 4).

Desta forma, as diferentes fontes de sedimentos na propriedade rural representativa ou na Bacia do Rio do Atalho como um todo, contribuíram e ainda contribuem para dinamizar as características do relevo em suas variadas formas, influenciando na caracterização dos solos e, conseqüentemente, na aptidão dos mesmos para os diferentes usos.

4. Considerações finais

Os resultados do estudo realizado na Bacia Hidrográfica do Rio do Atalho apontam usos com índices de perda de solo nas estradas estão 76 vezes acima dos níveis de tolerância para determinadas características ambientais da área.

As elevadas perdas de solo nos trechos de estradas merecem atenção especial porque todas as propriedades da bacia contam com pelo menos uma estrada, interligando as áreas de cultivo e locais de pastagens às casas dos produtores. É importante assinalar que trechos de estradas com "cascalho" tiveram índices de perdas de solo menores se comparados com os trechos de estradas sem pavimentação.

Nas áreas de uso do solo para fins produtivos, as parcelas instaladas na lavoura de milho foram as que apresentaram as maiores médias de perda de solo, com índices de perda de solo 22 vezes acima dos níveis de tolerância. Em contrapartida, as áreas de pastagem e de plantio com erva mate tiveram os menores índices de erosão dentro dos níveis de tolerância. Desta forma, evidencia-se a importância da cobertura vegetal para diminuir os processos erosivos.

Ainda com relação aos processos erosivos na bacia do rio do Atalho, deve ser destacado o calendário agrícola, visto que as maiores perdas de solo na área de agricultura ocorreram no período de maturação do milho e, as menores médias foram mensuradas em meio ao desenvolvimento das culturas, com maior proteção do dolo.

Observou-se que mesmo em uma agricultura de subsistência, os índices de perda de solo na Bacia do Rio Atalho são elevados, tanto nos trechos de estradas, quanto na área de agricultura.

Esses sedimentos chegam rapidamente até o Rio do Atalho, sendo que na referida bacia, as vertentes dos dois lados são curtas (<1000 m). Conter a desagregação do solo e o rápido escoamento das águas nessas vertentes é de fundamental importância para diminuir a degradação das terras produtivas.

Referências

- ANTONELI, V. **Avaliação de erosão das margens por meio da técnica de pinos de erosão: estudo de caso no arroio Bom Vista em Guamiranga, Paraná.** In: VESTANA, L. R.; NOBUKUNI, P.; SILVA, M. da e THOMAZ, E. L. (org.). **Saberes Geográficos: teorias e aplicações.** Guarapuava: Unicentro, 2009.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.** 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.
- CASTRO, F. S. de. **Conservación de Suelos.** Madrid: Salvat, 1956.
- CRUZ MACHADO. **Secretária Municipal de Transportes do Município de Cruz Machado – PR,** 2011.
- DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo.** IAPAR, GTZ, 1991.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **La erosion del suelo por el água: algunas medidas para combatirla em las tierras de cultivo.** Roma, 1967.
- FULLEN, M. A.; CATT, J. A. **Soil Management-Problems and Solutions.** London: Arnold Publisher, 2004.
- GUERRA, A. J. T. **O inicio do Processo Erosivo.** In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. do; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos Solos. Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- GUERRA, A. J. T. **Experimentos e monitoramento em erosão dos solos.** São Paulo Revista do Departamento de Geografia USP. V. 16. p. 32-37, 2005.
- HUDSON, N. **Conservación del suelo.** Buenos Aires: REVERTÉ, S. A., 1982.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3. ed. São Paulo: contexto, 2002.
- MENDONÇA, I. F.C.; LOMBARDI NETO, F.; VIEGAS, R. A. **Classificação da capacidade de uso das terras da microbacia do riacho Uma, Sapé, PB.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 10. p. 888-895, 2006.
- MINELLA, N. P. G. **Identificação e Implicações para a Conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31. p. 1637-1646, 2007.
- MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H.; CLARKE, R. T. **Método “fingerprinting” para identificação de fontes de sedimentos em bacia hidrográfica rural.** Campina Grande, PB: UAEA: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 13, n. 5, p. 633-638, 2009.
- MOREIRA, M. C. **Desenvolvimento e análise de uma rede neural artificial para**

estimativa da erosividade da chuva para o Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30. p. 1069-1076, 2006.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation.** Inglaterra: Longman Group, 1986.

MUZILLI, O. **Ocupação e Uso do Solo Agrícola no Paraná.** In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. **Uso e Manejo dos Solos de Baixa Aptidão Agrícola.** Londrina: IAPAR, 1999.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo: Piracicaba, Ceres, Potafos, 1991.

ROCHA, P. C. **Erosão marginal e evolução hidrodinâmica no sistema rio-planície fluvial do Alto Paraná – Centro Sul do Brasil.** In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C (orgs).

Geomorfologia: aplicações e metodologias. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular: UNESP. Programa de Pós – Graduação em Geografia, 2008.

ROCKEMBACK, I. F. **Dados Históricos e Memórias de Cruz Machado.** Cuiabá, 1996.

SILVA, C. C. da. **Plantio Direto na Pequena Propriedade – Tração Animal.** 2. ed. Curitiba: 1997.

SILVA, J. de F. **El Niño, o fenômeno climático do século.** Brasília: Thesaurus, 2000.

THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V. **Erosão e degradação do solo em área cultivada com erva-mate (Ilex paraguariensis), Guarapuava-PR.** São Paulo: UNESP, Geociências, v. 27, n. 1, p. 21 - 30, 2008.

TRICART, J. L. F. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística.** 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1980.

1. Secretária Estadual de Educação do Paraná – SEED - PR. Email: marinheskigeo@hotmail.com

2. ha= 10.000 m².

3. Área de aproximadamente 25 hectares. Foi estabelecido pelo governo brasileiro para dividir as terras na chegada dos imigrantes (poloneses) em 1910 e 1911 (ROCKEMBACH, 1996).

4. Classe de relevo conforme a declividade em (%): plano (0 a 3); suave ondulado (3 a 8); ondulado (>8 a 20); forte ondulado (>20 a 45); montanhoso de (>45 a 75) e escarpado (>75) (EMBRAPA, 2006).

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 57) Año 2017

[Índice]

[No caso de você encontrar quaisquer erros neste site, por favor envie e-mail para [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados