



PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM ESTRADAS E CARREADORES NA BACIA DO RIO DO ATALHO - PR

VANDERLEI MARINHESKI

RESUMO

A pesquisa foi realizada em uma propriedade representativa da Bacia Hidrográfica do Rio do Atalho, localizada em Cruz Machado, Paraná. Essa bacia é caracterizada por um sistema de agricultura familiar, com baixo nível tecnológico no manejo do solo, possui relevo acidentado, com a presença frequente de blocos e grandes fragmentos de rochas ígneas. O objetivo principal deste estudo foi realizar um diagnóstico sobre a contribuição de sedimentos em pequenas propriedades rurais. A metodologia utilizada envolveu a pesquisa bibliográfica e o trabalho de campo, com a identificação dos pontos afetados. Os resultados mostraram que as estradas não pavimentadas têm papel importante na conectividade rural, especialmente em áreas como a Bacia do Rio do Atalho, em Cruz Machado. No entanto, essas vias também estão relacionadas a desafios ambientais, como a contribuição de sedimentos para os corpos hídricos e áreas de deposição. Por isso, é fundamental identificar as causas, consequências e possíveis soluções para o manejo dos sedimentos nas estradas não pavimentadas da região.

Palavras-chave: Usos do solo; Processos erosivos; Estradas rurais; Sedimentos; Desafios ambientais.

1 INTRODUÇÃO

A maioria das atividades humanas realizadas na superfície do planeta provoca alterações significativas na paisagem. As principais dessas atividades incluem a agricultura, a mineração, escavações e a construção de estradas (Inbar et al., 1998).

As estradas são faixas do relevo modificadas pela ação antrópica, permitindo a circulação de pessoas, animais e veículos. Para seu pleno funcionamento, devem oferecer condições adequadas para suportar os diferentes fluxos de movimentação, independentemente das condições climáticas (Lopes e Moraes, 2023). No entanto, os danos causados pela erosão acelerada frequentemente comprometem esses fluxos de circulação nos sistemas viários.

Nogami e Villibor (1995) destacam que a erodibilidade do solo é um dos principais fatores que determinam o tempo em que uma estrada pode suportar as pressões exercidas pelos fluxos de movimentação, sem que ocorra o desprendimento excessivo de sedimentos. Por outro lado, Denardim (1990) enfatiza a dificuldade de realizar estudos sobre erodibilidade no Brasil, devido à diversidade de solos e à vasta extensão territorial do país.

Apesar desses desafios, os estudos sobre os processos erosivos em estradas rurais têm se intensificado, pois essas vias desempenham um papel crucial na produção de sedimentos dentro das bacias hidrográficas e no transporte de sedimentos provenientes de outras fontes. Em áreas florestais, por exemplo, 90% dos sedimentos originam-se das estradas (Grace et al., 1998). Bigarella e Mazuchowski (1985) ressaltam que, no Noroeste do Paraná, 20% dos sedimentos transportados têm origem nos sistemas viários.

Os sedimentos das estradas têm origem tanto nas vias de movimentação quanto nos barrancos (Thomaz; Antoneli; Dias, 2011). Em paredes de alcovas, a remoção de sedimentos representa cerca de 30% do total de materiais remobilizados. Nos barrancos das estradas, a

remoção de sedimentos é influenciada diretamente pela altura dos taludes, pela cobertura vegetal e pela concentração dos fluxos de água.

Nas pequenas propriedades rurais, a maioria das estradas atravessam trechos do relevo com declividades acentuadas, onde a erosão é progressiva. As plataformas não são pavimentadas, sendo realizada apenas a terraplanagem, sem considerar as diversas características do relevo. Como resultado, formam-se incisões associadas às redes viárias, além de uma grande quantidade de sedimentos depositados a jusante ou transportados pelas enxurradas até os cursos fluviais. Esses sedimentos podem ter origem nas próprias estradas ou em áreas agrícolas, sendo carregados de produtos químicos e substâncias tóxicas que acabam contaminando os recursos hídricos.

Com a abertura de sulcos e ravinas nas estradas, o tráfego é comprometido, dificultando o transporte de cultivos até as propriedades e elevando os custos de transporte das safras e de manutenção dessas vias. Em alguns casos, é necessário o uso de motoniveladoras para reparos mais significativos.

O principal problema dos processos erosivos em estradas rurais está nos sistemas de drenagem. A grande concentração de fluxos de água na faixa de rolamento da estrada, aliada à declividade acentuada, aumenta a energia cinética, elevando o potencial de remoção e transporte de materiais. Além disso, a concentração de umidade reduz a capacidade de resistência do solo, tornando-o mais suscetível aos processos erosivos.

Bigarella e Mazuchowski (1985) propõem várias medidas para reduzir os processos erosivos em sistemas viários, como: proteção vegetal, especialmente nos taludes, nas saídas de empréstimo e na própria plataforma; canais de dispersão dos fluxos de água (valetas ou canaletas), revestidos com grama; construção de bueiros em áreas de grande concentração de água; desnível transversal da pista de rodagem para facilitar a dispersão da água; e a construção de sulcos de dispersão das enxurradas com base nas curvas de nível, para dissipar a maior quantidade de água possível.

Além dessas medidas, é fundamental que, após cada evento chuvoso, seja realizada a limpeza das canaletas de dispersão, pois o acúmulo de sedimentos pode obstruir o fluxo de água, levando à erosão da plataforma da estrada. O objetivo principal é reduzir o potencial erosivo da água, direcionando-a para áreas com maior capacidade de infiltração ou para regiões com vegetação densa.

Essa revisão de referências contribuiu para o levantamento de pontos com ocorrência de processos erosivos em estradas não pavimentadas de uma propriedade rural representativa na Bacia Hidrográfica do Rio do Atalho, em Cruz Machado, Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada teve como base a revisão bibliográfica e em trabalhos de campo na Bacia do Rio do Atalho. A escolha dessa área seguiu a proposta de Botelho et al. (1999), que recomenda a seleção de uma bacia com características físicas e socioeconômicas representativas da região, servindo como parâmetro para o desenvolvimento de projetos de planejamento e para a indicação de práticas agropecuárias que contribuam para a redução da degradação do solo.

Para caracterizar a área, entre os meses de janeiro e dezembro de 2024, foi realizado um levantamento preliminar, considerando as características naturais do solo, clima, cobertura vegetal, redes hidrográficas, principais usos do solo (com apoio de uma máquina fotográfica) e os impactos ambientais.

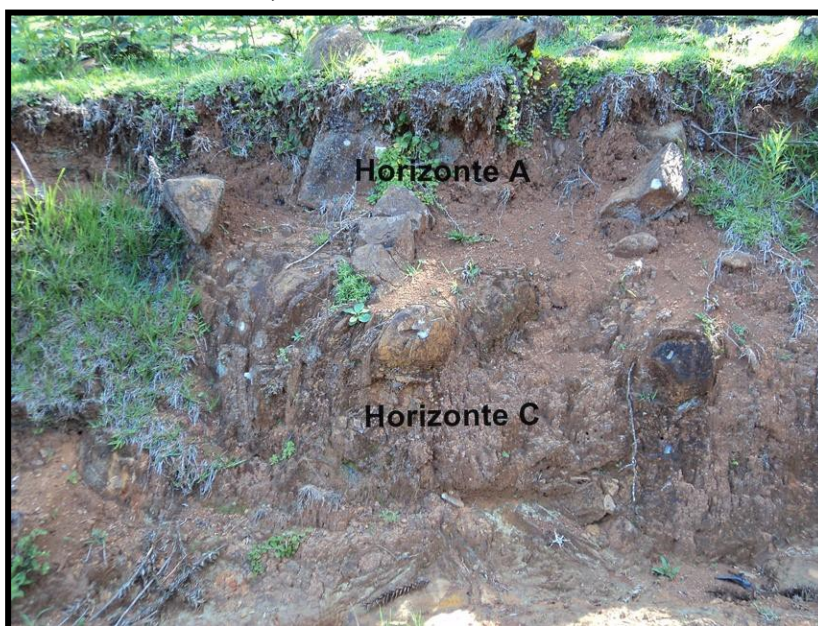
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a EMBRAPA (2013), a região que abrange a Bacia do Rio do Atalho é composta por solos classificados como Cambissolo e Neossolo Litólico, que são solos rasos e

de baixa fertilidade, além de apresentarem grande quantidade de materiais rochosos (Figura 1). Segundo o ITCG (2008), a área da bacia é classificada como de média degradação e uso misto, com aptidão de uso do solo considerada regular, devido aos riscos de erosão e à baixa fertilidade.

Com base na figura 1, observa-se a pequena espessura do horizonte do solo, com cerca de 30 cm, composto por blocos de rochas ígneas em diferentes estágios de decomposição devido aos processos intempéricos. Essas características variam ao longo do relevo, com aumento da espessura do solo nos sopés das vertentes, sendo esse fenômeno mais influenciado pelos processos morfogenéticos do que pela própria pedogênese.

Figura 1: Características do solo classificado como Neossolo Regolítico/Litólico em média vertente na Bacia do Rio do Atalho, PR..



Fonte: Autoria própria.

Na maior parte do relevo da bacia, identificam-se materiais rochosos, matacões e blocos de rochas ígneas, que, junto aos declives acentuados, representam importantes obstáculos para uma agricultura intensiva e mecanizada.

As estradas, paralelas aos declives das vertentes, foram construídas manualmente pelos primeiros imigrantes, que utilizaram picaretas, enxadas e cortadeiras. As rotas foram traçadas de maneira a evitar os maiores obstáculos, desviando de blocos de rochas e de desníveis acentuados no relevo. Muitas dessas estradas ainda preservam os traçados originais de construção (Figura 2). As modificações observadas se devem, principalmente, à manutenção realizada com o uso de máquinas disponibilizadas pela prefeitura do município.

O traçado das estradas, que interliga o fundo de vale ao interflúvio, é uma característica presente em todas as propriedades da bacia do Rio do Atalho. Como as propriedades são pequenas, com uma média de 25 hectares, e a estrada principal, denominada Linha Independência, serve como marco da espacialização ocupacional.

Figura 2: Estrada construída junto à vertente na Bacia do Rio do Atalho, PR



Fonte: Autoria própria.

Nota: - - - indicam a localização da estrada

A estrada principal da bacia está situada no fundo do vale, próximo ao rio, e dos dois lados dela foram estabelecidos os lotes, que se estendem do fundo do vale até o interflúvio. Esses lotes possuem cerca de 1000 metros de comprimento, do fundo do vale até o interflúvio, e aproximadamente 240 metros de largura, o que configura faixas estreitas e dificulta também a logística das estradas.

Assim, todas as propriedades da bacia do Rio do Atalho estão dispostas do fundo de vale até o interflúvio, o que ajuda a compreender a presença constante de áreas mais íngremes, com relevo dissecado e grande quantidade de afluentes.

Na bacia do Rio do Atalho, destaca-se a disposição das diferentes formas de uso e ocupação do solo, que é característica predominante no município como um todo. As casas e os abrigos para animais, produtos e equipamentos agrícolas são construídos nas baixas vertentes e nos fundos de vale. As áreas agrícolas ocupam as médias e altas vertentes, enquanto nos interflúvios predomina a mata, que compõe a área de reserva legal da vegetação nativa.

As estradas são construídas longitudinalmente às vertentes e apresentam elevados índices de declividade ($>20\%$), o que as tornam vulneráveis à degradação pelos processos erosivos. Isso pode ser observado na figura 3a, onde se vê um trecho de estrada com a presença de pequenos sulcos no leito e blocos de basalto nos taludes e sobre os barrancos.

Em geral, as estradas da bacia possuem escapes de água próximos aos taludes dos barrancos, com pequenos desníveis orientados para fora das linhas de circulação. Com o passar do tempo, esses meios de dispersão dos fluxos de água são erodidos e se transformam em sulcos, como pode ser observado na figura 3c, onde se vê a abertura de uma incisão de aproximadamente 30 cm (Marinheski, 2011).

Figura 3: Processos erosivos em estradas da bacia do rio do Atalho, PR: a) Estrada junto ao relevo montanhoso e aflorado de rochas; b) Estrada mensurada com a queda do talude e cerca dos animais; c) Estrada em área de pastagem com sulcos de erosão; d) Formação de marmitta na base do talude do barranco.



Fonte: Autoria própria.

A presença constante dos animais nas áreas de pastagem contribui para o deslocamento dos sedimentos nos taludes dos barrancos, uma influência ilustrada na figura 6c. Nesse trecho da estrada, observa-se a formação de incisões e sulcos na parte inferior dos barrancos, resultantes da circulação dos bovinos. Segundo Marinheski (2024, p. 182):

O contato dos bovinos com os corpos hídricos abre canais de escoamento das águas das chuvas. Esse pisoteio constante dos animais ajuda a compactar o solo, que consequentemente prejudica o desenvolvimento radicular da vegetação, reduz a infiltração das águas da chuva e diminui o abastecimento do lençol freático.

Em determinados trechos da estrada, ocorrem quedas abruptas dos taludes, causadas pela terraplanagem na base dos barrancos (Figura 3b). Nesses casos, a cerca foi derrubada juntamente com o desabamento do barranco.

Esses sulcos acumulam materiais provenientes tanto da caixa das estradas quanto das áreas de cultivo, o que pode intensificar a remoção de solo em pontos específicos, formando as chamadas marmittas ou panelas. Na figura 6d, é ilustrada a formação de uma marmitta na estrada da Bacia do Rio do Atalho. Nesse caso, a presença de um pequeno fragmento rochoso contribuiu para o aprofundamento da incisão.

Ainda em relação às estradas, elas atuam como canais de escoamento das enxurradas, além de contribuírem para a produção de sedimentos provenientes tanto das pistas de rodagem quanto dos barrancos.

Durante a elaboração de sua dissertação de mestrado, Marinheski (2011, p. 117) apresentou os seguintes dados sobre o balanço de sedimentos na bacia hidrográfica do rio do Atalho:

A produção de sedimento foi estimada em 67.782.585 kg/ano, sendo que, os locais com agricultura contribuem com 70,70% e ocupam 55,84% da área, as estradas contribuem com 28,26% e ocupam 6,68%, em contrapartida as pastagens contribuem com 0,88% e ocupam 29,96% da área.

Esses sedimentos chegam rapidamente ao Rio do Atalho, uma vez que, no local de estudo, as vertentes dos dois lados são curtas, com uma extensão média inferior a mil metros. Isso favorece a rápida vazão das águas da chuva e o transporte dos sedimentos desagregados

pelas águas pluviais.

Os sedimentos gerados nas estradas da bacia acabam sendo depositados em diversos pontos ao longo do trajeto das enxurradas. Na figura 4a, pode-se observar a deposição em áreas de pastagem, enquanto na figura 4b, há o acúmulo de solo entre a vegetação.

Figura 4: Depósitos de sedimentos: a) Em meio à pastagem, b) Em meio à floresta.



Fonte: Autoria própria.

Nota: Seta indica cone de deposição.

A maior parte desses sedimentos originou-se de um trecho da própria estrada, que atravessa uma área de relevo côncavo. Nesses locais, é comum o acúmulo de solo junto às vertentes da Bacia do Rio do Atalho, o que contribui para a dinâmica das características do relevo em suas diversas formas. Esse processo influencia a formação dos solos e, consequentemente, sua aptidão para os diferentes usos.

Constata-se que a gestão das estradas na bacia do Rio do Atalho tem causado impactos ambientais significativos, como a perda acentuada de solo, a contaminação dos recursos hídricos e a deterioração das estradas, que se encontram em condições precárias para a circulação.

O estudo das consequências da erosão em estradas rurais não pavimentadas é essencial para garantir a qualidade ambiental e reduzir os impactos negativos. Nesse sentido, embora os estudos sobre o tema na área ainda sejam incipientes, sua continuidade e a avaliação da magnitude dos impactos são fundamentais, considerando que se trata de uma região com características ambientais e agropecuárias singulares e semelhantes a outras da região.

4 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que a erosão acelerada nas estradas da bacia do Rio do Atalho prejudica o tráfego e dificulta o transporte de cultivos até as propriedades, elevando os custos de transporte e manutenção desses sistemas viários.

Assim, é crucial que, após cada evento chuvoso, sejam realizadas a limpeza das canaletas de drenagem e a condução da água para áreas com maior capacidade de infiltração ou para regiões com maior cobertura vegetal.

Portanto, este estudo se configura como um importante indicador de que as perdas acentuadas de solo nos trechos das estradas requerem atenção especial, uma vez que todas as propriedades da bacia são interligadas por pelo menos uma estrada, conectando as áreas de cultivo, pastagens e as residências dos produtores.

REFERÊNCIAS

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Visão integrada da problemática da erosão. In: III Simpósio Nacional de Controle da Erosão.** Curitiba: ADEA/ABGE, 1985.

BOTELHO, R. G. M. (et al., 1999). Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. do; BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos Solos. Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

DENARDIN, J. E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos.** Piracicaba - Tese (Doutorado em Agronomia). ESALQ , 1990.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.

GRACE, J. M. et al. **Evaluation of erosion control techniques on forest roads.** Transactions of the ASAE, St Joseph, v. 41, n. 2, p. 383-391, 1998.

INBAR, M.; TAMIR, M.; WITTENBERG, L. **Runoff and erosion process after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area.** Geomorphology, 1998.

ITCG. **Solos – Estado do Paraná.** Instituto de Terras, Cartografia e Geociências, 2008.

LOPES, D. V.; MORAES, G. C. de. Estudo de técnicas de melhoramento das condições de superfície das estradas não-pavimentadas sob responsabilidade do município de Porto Velho/RO. **Revista Ft**, v. 27, ed. 28, 2023.

MARINHESKI, V. **Capacidade de uso da terra e perda do solo em uma propriedade representativa na Bacia Hidrográfica do Rio do Atalho, Cruz Machado – PR.** Ponta Grossa – Dissertação (Mestrado em Gestão do Território). Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

MARINHESKI, V. A etnoconservação em duas comunidades rurais tradicionais da mesorregião sudeste paranaense. **RevBEA - Revista Brasileira De Educação Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 166–191, 2024.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR. D. F. **Pavimentação de baixo custo com solos Lateríticos.** São Paulo, 1995.

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