



MENSURAÇÃO DAS TAXAS DE EROÇÃO EM DIFERENTES TRILHAS TURÍSTICAS NA SERRA DO JAPI - SP

Felipe Costa Abreu Lopes¹
Caio Vinicius Watzeck Ciavareli²
Laércio Peixoto do Amaral Neto³
Henrique Leandro Alfredo⁴

RESUMO

O crescimento do ecoturismo e do turismo rural no Brasil tem sido notável nos últimos anos. De acordo com dados de agências de turismo, entre 2021 e 2022 o termo “Ecoturismo São Paulo” registrou um crescimento de 875% (refletindo a procura por atividades externas pós-período de pandemia). Essa demanda exige medidas técnicas voltadas à conservação das áreas naturais receptoras, sobretudo no que diz respeito à erosão do solo — um impacto frequente em ambientes relacionados ao ecoturísticos. A erosão, embora seja um processo natural, pode ser intensificada por fatores como pisoteio, ausência de vegetação e declividades acentuadas. Nesse contexto, o ecoturismo deve ser monitorado e gerido adequadamente, visto que, além de contemplativo, também possui caráter educativo e investigativo. Este estudo visa monitorar a erosão em trilhas com diferentes níveis de cobertura do solo e uso na Serra do Japi, através da instalação de três parcelas experimentais montadas em locais com base em critérios como intensidade de uso, morfologia do solo, cobertura vegetal e acessibilidade e construídas com materiais de baixo custo e recicláveis. As soluções coletadas após eventos de precipitação foram analisados em laboratório para homogeneização, pesagem e secagem e a obtenção da taxa de erosão por unidade de área por meio da pesagem dos resíduos sólidos. Os resultados preliminares evidenciaram o esperado, destacando o aumento da presença de sedimentos, e consequentemente maior erosão, nas parcelas com a menor cobertura vegetal e maior compactação do solo. O projeto tem proporcionado ganhos educacionais relevantes, envolvendo estudantes em práticas de campo e discussões aprofundadas sobre geomorfologia, geologia e hidrografia. A parceria com a Fundação Serra do Japi tem sido fundamental para viabilizar as atividades e garantir sua continuidade. Esses avanços iniciais reforçam o potencial da pesquisa tanto como instrumento científico, quanto como ferramenta de educação ambiental aplicada.

Palavras-Chave: Serra do Japi, erosão, ecoturismo, monitoramento, IFSP.

INTRODUÇÃO

É notório que o turismo rural e o ecoturismo aumentaram sua importância nos últimos anos e vem atraindo cada vez mais pessoas. Um levantamento do site de viagens ViajaNEt, com base em dados do Google, apurou que a procura por temas que relacionam turismo e natureza aumentaram cerca de 133% de 2021 para 2022 e que o

¹ Professor, Doutor, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia - SP, fcalopes@ifsp.edu.br;

² Tec. em TI, Especialista, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia - SP caiw@ifsp.edu.br;

³ Professor, Doutor, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia - SP, coautor2@email.com;

⁴ Estudante de do curso Tec. em Log. integrado ao EM, IFSP - SP, henriqueleandroalfredo@gmail.com;



termo “Ecoturismo São Paulo” teve um salto de 875% no mesmo período. Isso pode refletir o retorno à normalidade após um período de pandemia, mas também faz soar o alarme para o manejo das áreas naturais que irão receber essa grande quantidade de turistas a fim de manter a atividade o mais sustentável possível.

Entre os principais impactos resultantes do ecoturismo, um dos destaques é a erosão dos solos, e apesar de ocorrer de maneira natural e mesmo sem a presença do ser humano, diversas atividades podem intensificá-la, principalmente sem o manejo adequado (Figueiredo e Martins, 2021). Entre os agentes naturais da erosão, a água é o principal deles atuando tanto na superfície quanto na subsuperfície (Guerra et al, 2020), enquanto artificialmente, atividades antrópicas podem intensificar esse impacto principalmente em terrenos com inclinação acentuada e pouca cobertura vegetal.

O ecoturismo não é apenas um turismo contemplativo, mas também indagador, que estimula os sentidos conservacionista e científico (Sena et al, 2014), e por isso não deve ser impedido que ocorra, mas fiscalizado. Entre os monitoramentos possíveis, a metodologia adotada nessa pesquisa foi a das parcelas experimentais devido a praticidade de instalação, monitoramento e propiciar aos estudantes participação ativa no desenvolvimento do projeto.

Segundo Anache et al (2017), os estudos com parcelas experimentais são realizados no Brasil desde a década de 1940 e são constituídos de um local delimitado com apenas um exutório. Seu objetivo é coletar a água do escoamento superficial juntamente com o sedimento transportado somente da área de contribuição delimitada e com isso determinar a quantidade de erosão por unidade de área (Marchioro e Augustin, 2007).

A Serra do Japi, enquanto reserva biológica e importante unidade de conservação do interior de São Paulo, foi a região escolhida para estabelecer esse monitoramento. Visitas guiadas são realizadas por monitores cadastrados e gerenciadas pela Fundação Serra do Japi, que também é responsável pela manutenção das trilhas existentes. Três parcelas foram instaladas em diferentes locais de acordo com suas características morfológicas, pedológicas, vegetacionais e de intensidade de visitantes a fim de se mensurar as diferentes quantidades de produção de sedimento e subsidiar futuros trabalhos de manejo.

METODOLOGIA

Os métodos para alcançar os resultados propostos para a pesquisa foram divididos em quatro partes e organizados conforme o fluxograma abaixo (Figura 1).



O levantamento bibliográfico sobre o tema e a seleção de textos científicos foi um trabalho à parte, tendo em vista que esses tipos de levantamento de erosão com parcelas ocorre em projetos mais técnicos ou em nível de ensino superior. Dessa maneira o cuidado para selecionar os artigos usados no projeto teve que visar o entendimento de uma equipe de estudantes de ensino médio, para não só compreenderem o assunto como também criarem interesse. Ainda nessa primeira parte do desenvolvimento, alguns encontros foram realizados para conversas sobre o tema, explicações teóricas e elucidações de dúvidas por parte da equipe.

Figura 1 - Fluxograma de metodologia

No segundo momento foram feitos os trabalhos de campo. Nessa fase foram realizadas três visitas a campo em diferentes regiões da serra do Japi com o objetivo de conhecer a área e escolher os futuros pontos de medição (denominados P1, P2 e P3). A escolha de cada ponto passou por diferentes critérios:

1. Intensidade do uso da trilha;
2. Morfologia da trilha;
3. Cobertura vegetal;
4. Acessibilidade.

Funcionários da Fundação Serra do Japi acompanharam os trabalhos de campo para indicar as trilhas com maior aptidão em receber o projeto e fornecer informações quanto ao seu uso. A morfologia da trilha é importante para a instalação da parcela, pois pode significar o impedimento de sua instalação ou a falha no monitoramento. Assim foram escolhidos locais com pouca inclinação, para o escoamento superficial não ser tão agressivo com a estrutura; curvatura entre côncava e retilínea (plano e perfil) e ausência de rocha exposta, que impediria a construção da parcela e a coleta de sedimentos. A

cobertura vegetal atua como uma atenuadora da erosão do solo pela chuva, seja pela interceptação do dossel ou pela rugosidade da serrapilheira. Pensando nisso os três pontos possuem coberturas vegetais distintas, que foram calculadas utilizando o software QGIS para interpretar fotografias retiradas perpendicularmente a partir da parcela (Figura 2). Por último a acessibilidade é relevante, tendo em vista o transporte dos materiais para a montagem das parcelas e a coleta dos dados.

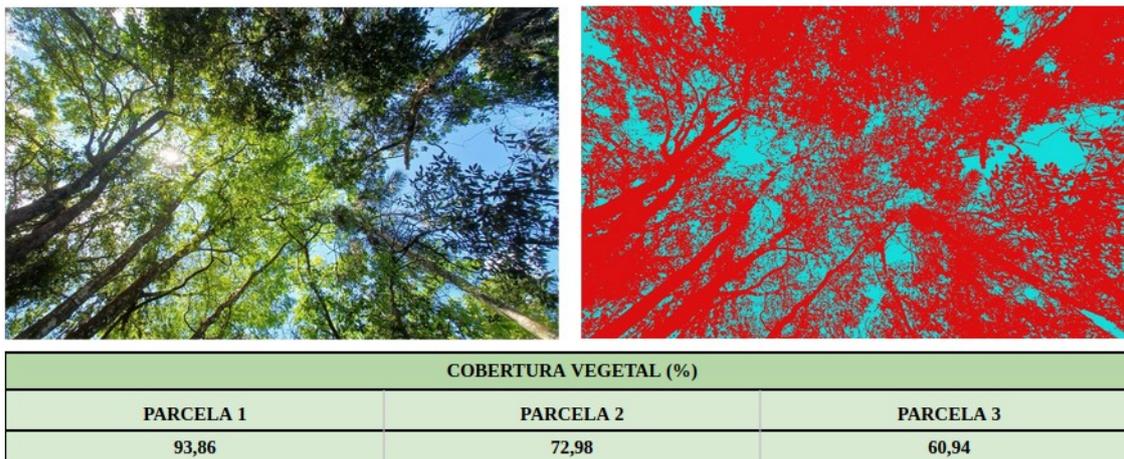


Figura 2 – Exemplo de cálculo de cobertura vegetal (parcela 2) e valores cada parcela.

A construção das parcelas foi elaborada com os seguintes materiais: divisor de grama para jardim, baldes de 55 litros e canos PVC com adaptadores de seção retangular (Figura 3)



Figura 3 - Materiais usados para montagem das parcelas: balde de coleta, divisória de jardim e tubo PVC retangular.

Os materiais para a montagem das parcelas foram escolhidos de acordo com a facilidade de manuseio, possibilidade de reciclagem e custo-benefício.



A montagem do projeto em campo foi configurada da seguinte maneira: uma área de um metro quadrado cercada com o divisor de jardim para formar a área de contribuição da parcela. Na parte mais baixa a saída da água do escoamento superficial feita com o cano de PVC. A solução do escoamento, junto com os sedimentos, é transportada e armazenada no balde coletor. O volume da solução do escoamento superficial foi quantificada em litros por meio da medição de sua altura no recipiente e uso de uma equação integral para calcular seu total em litros.

A coleta do material ocorreu após cada evento de chuva, a água com os sedimentos foi homogeneizada e amostrada em recipientes de um litro. As amostras são levadas ao LABMULTI (Laboratório de Ensino Multidisciplinar) no IFSP Câmpus Jundiaí para pesagem e, por meio da diferença entre o peso do recipiente com água limpa e com a solução do escoamento superficial, quantificar a erosão em gramas por milímetro de precipitação por metro quadrado (g/L/m^2) para cada parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As parcelas foram divididas em dois grupos (I e II) conforme a sua localização: o grupo I está localizada na Fundação Serra do Japi e o grupo II na Base Ecológica da Serra do Japi.

Parcelas do grupo I: A P1 e P2 se encontram nas trilhas da sede da Fundação Serra do Japi, que recebem visitas intervaladas e guiadas com o propósito de oferecer educação ambiental para jovens das comunidades e das escolas da região. A P1 se destaca pela considerável extensão de serapilheira, cobertura vegetal densa e está situada na margem direita da trilha principal. Não tem passagem de pessoas, por isso será usada como ponto de controle e comparação de um ambiente sem impacto de ecoturismo. A parcela P2 possui como particularidades um solo erodido e arenoso, moderada cobertura vegetal e pouca serrapilheira. Faz parte da trilha principal que leva para um local de transição entre a mata preservada e um pasto.

A Parcela do grupo II, P3, está localizada na trilha próxima à Base Ecológica da Serra do Japi. Essa trilha tem acesso controlado de pesquisadores, membros da Fundação Serra do Japi, Guarda Municipal e visitantes supervisionados por guias. Essa parcela é caracterizada por ausência de serapilheira e menor quantidade de cobertura vegetal (Figura 4).



Figura 4 – Parcelas de medição P1, P2 e P3 (da esquerda para a direita).

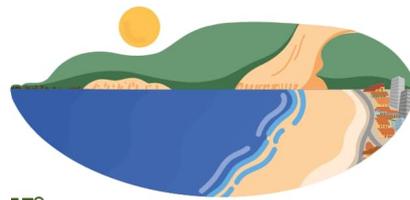
O monitoramento ficou ativo durante seis meses entre Outubro de 2023 e Março de 2024. Nesse período os dados coletados resultaram de seis trabalhos de campo, que ocorreram após intervalos significativos de precipitação (30mm acumulados) (Quadro 1).

DATA	PESO DO SEDIMENTO COLETADO (g)			VOLUME DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL (L)			RELAÇÃO SEDIMENTO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL (g/Lm ²)		
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3
10/10/2023	4,81	10,06	20,47	3,94	5,72	25,30	1,22	1,76	0,81
6/11/2023	3,27	5,62	18,63	0,97	1,38	20,45	2,37	5,79	0,91
21/11/2023	1,38	3,99	5,45	0,81	1,62	8,84	1,71	2,46	0,62
1/12/2023	3,14	7,05	13,92	1,54	2,03	18,32	2,04	3,47	0,76
7/12/2023	2,12	7,25	9,71	1,43	1,62	10,98	1,48	4,48	0,88
13/3/2024	5,51	12,17	16,18	3,13	3,38	19,10	1,76	3,60	0,85
SOMA	15,42	36,08	84,36	7,88	10,03	102,99	10,58	21,56	4,83

Quadro 1 – Valores obtidos do monitoramento das parcelas

O comportamento das parcelas foi ao encontro do esperado e dos dados levantados na literatura, com as parcelas que apresentavam maior cobertura vegetal de dossel e de serrapilheira apresentando menor peso de sedimento e volume de escoamento superficial (Parcela 1), enquanto as características inversas (Parcela 3) evidenciaram valores maiores das mesmas variáveis.

Quando feita a razão entre Peso dos sedimentos coletados e Escoamento superficial, a Parcela 2 se destacou. Isso ocorreu devido ao solo arenoso dessa localidade, que apresenta peso específico mais elevado quando comparado aos sedimentos mais finos das outras parcelas.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

A parcela 3, apesar de apresentar os maiores números de peso e escoamento superficial, trouxe uma relação entre as duas medias com o valor mais baixo. Isso ocorreu devido ao seu solo mais compactado e com granulometria mais fina.

A quantidade de cobertura vegetal se comportou de modo indireto, com as parcelas mais cobertas apresentando menos peso de sedimento e menor quantidade de escoamento superficial (Figura 5).

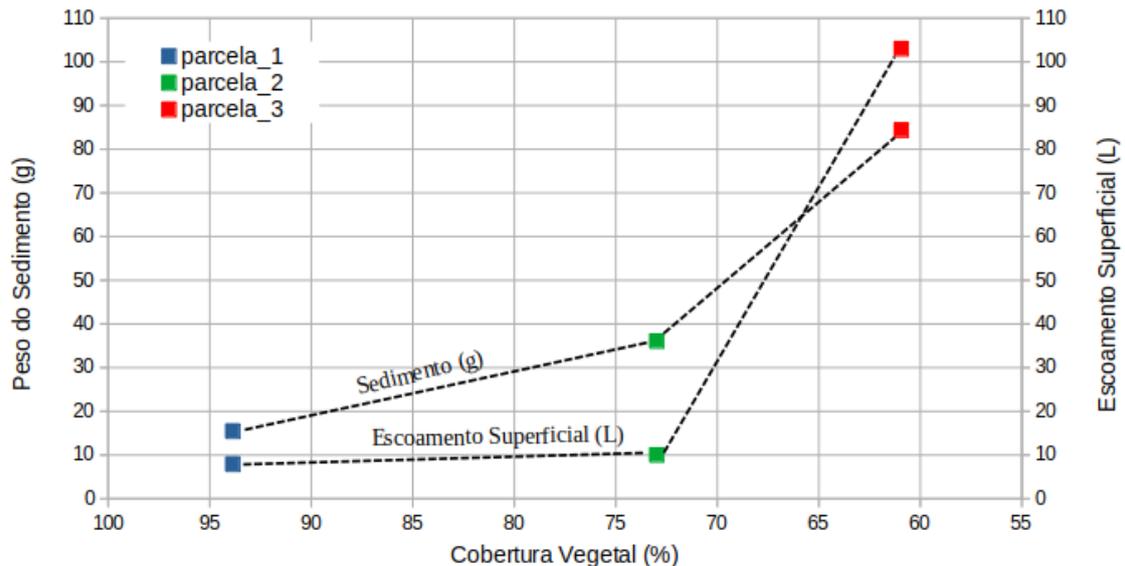


Figura 5 – Gráfico de relação entre Cobertura Vegetal (%), Peso de sedimento (g) e Escoamento Superficial (L).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enquanto um projeto desenvolvido com estudantes de ensino médio, as conclusões alcançadas foram de excelente valia. Os valores medidos foram ao encontro da literatura quando relacionados cobertura vegetal, quantidade de sedimentos e escoamento superficial. Até o momento foi possível concluir que a implementação das parcelas com materiais recicláveis e de baixo custo obteve sucesso no monitoramento de erosão.

As visitas técnicas realizadas nas áreas de estudo propiciaram aos estudantes uma compreensão muito maior sobre aspectos da paisagem e sua relação com a água, tornando possíveis discussões a respeito de Geomorfologia, Geologia e Hidrografia da região em níveis mais aprofundados do que trabalhado em sala de aula.



O apoio da Fundação Serra do Japi foi de extrema importância para o desenvolvimento dos trabalhos até o momento dando abertura para a continuidade do projeto e futuras pesquisas na região.

AGRADECIMENTOS

Aos servidores e estudantes que auxiliaram no processo e à bolsa de pesquisa provida pelo orçamento do câmpus e a Fundação Serra do Japi.

REFERÊNCIAS

ANACHE, J. A. A.; Wendland, E. C.; Oliveira, P. T. S.; Flanagan, D. C.; Nearing, M. A. Runoff and soil erosion plot-scale studies under natural rainfall: a meta-analysis of the brazilian experience. *Catena*, v. 152, p. 29-39. 2017.

FIGUEIREDO, M. DO A.; MARTINS, J. V. DE A. Erosão em trilhas e sua relação com o turismo em áreas protegidas: uma breve discussão. **Turismo em áreas protegidas**, p. 173–195, 2021.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.; RANGEL, L. A.; BEZERRA, J. F. R.; LOUREIRO, H. A. S.; GARRITANO, F. N. Erosão dos solos, diferentes abordagens e técnicas aplicadas em voçorocas e erosão em trilhas. *William Morris Davis-Revista de Geomorfologia*, v. 1, n. 1, p. 75-117. 2020.

MARCHIORO, E.; AUGUSTIN, C.H. R. R. Dimensão de parcelas experimentais: influência nas medidas de escoamento superficial e erosão do solo em Gouveia/MG. *Revista Geografias*, 3(2), 7–16. 2007.

SENA, I. S.; TEIXEIRA, H. W.; FIGUEIREDO, M. A.; ROCHA, L. C. Degradação dos solos ao longo de uma trilha de destino a atrativos do monumento geoturístico serra de são José, tiradentes, minas gerais, Brasil. *Revista Geonomos*, v. 22, n. 2, p. 70-76. 2014.