

Cadastro e determinação da fragilidade ambiental de trilhas utilizadas na prática do Ecoturismo através de um Sistema de Informação Geográfica

Prof. Dr. David Luciano Rosalen ¹

Prof. Dr. Reinaldo Lorandi ²

¹ Unesp - Câmpus de Jaboticabal
Departamento de Engenharia Rural
rosalen@fcav.unesp.br

² Universidade Federal de São Carlos
Departamento de Engenharia Civil
lorandi@ufscar.br

RESUMO: O Ecoturismo tem despontado dentro da indústria do turismo como uma promissora fonte de receita para a população do local em que se desenvolve, principalmente quando essa comunidade é deficiente em outras atividades econômicas. Porém, para que se faça cumprir um de seus objetivos primordiais, que é contribuir para a conservação dos recursos naturais, essa atividade deve ser planejada dentro de um enfoque preservacionista. Uma das atividades do Ecoturismo é a prática de caminhadas em trilhas. Essa atividade, contudo, pode causar danos ambientais, como a ocorrência de processos erosivos na área, se essas trilhas possuírem trajetos mal planejados e/ou estiverem situadas em áreas ambientalmente frágeis. Desta forma torna-se importante avaliar a fragilidade ambiental destas vias para auxiliar o poder público na sua gestão. O presente trabalho propôs uma metodologia de determinação do grau de fragilidade ambiental de trilhas utilizadas na prática do ecoturismo através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e utilizando como parâmetros, declividade, tipo de solo e superposição a Áreas de Preservação Permanentes (APP). Os resultados mostraram que a metodologia proposta foi satisfatória e com relação às vias cadastradas e avaliadas, essas se encontram em áreas susceptíveis a processos erosivos e na maioria dos casos sobrepostas a APPs. Portanto, os resultados obtidos evidenciam a necessidade da realização de um planejamento e gerenciamento ambiental, por parte das autoridades municipais, da atividade do ecoturismo, de maneira a preservar, inclusive, a beleza cênica da paisagem local, o principal motivo dessa atividade.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informação Geográfica, Erosão, Ecoturismo

ABSTRACT: Ecotourism has been unfolding within the industry of tourism as a promising revenue source for the population of such areas, mainly when that community is deficient in other economical activities. However, so that they may accomplish one of their primordial objectives, which it is to contribute for the conservation of the natural resources, that activity should be planned within a preservation focus. One of the activities of Ecotourism is the practice of walks in trails. That activity, however, can cause environmental damages, as the occurrence of erosive processes in the area, if those trails possess badly planned itineraries or if they are located in areas of environmental fragility. This way becomes important to evaluate the environmental fragility of these trails to aid the public power in your administration. The present work proposed a methodology of determination of the degree of environmental fragility of trails used in practice of the ecotourism through a Geographical Information System (GIS) and using as parameters, gradient, soil type and overlap to Areas of Preservation Permanent (APP). The results showed that the proposed methodology was satisfactory and with relationship to the registered and appraised trails, those they are in susceptible areas to erosive processes and in most of the cases put upon APPs. Therefore, those results show the need for the municipal authorities to carry out planning and, later, to administrating the activity of ecotourism, as a way to establish preservation, as well as to maintain the scenic beauty of the landscape, the primary reason of that activity.

KEYWORDS: Geographical Information System, Erosion, Ecotourism

1. INTRODUÇÃO

A prática do ecoturismo, na atualidade, tornou-se um gerador de receita para a população local, principalmente para as pequenas comunidades sem grandes alternativas de atividades econômicas; o desenvolvimento desta atividade, levou ao surgimento de empresas especializadas na prática do ecoturismo, que buscam explorar regiões de grande beleza cênica e muitas vezes associadas à prática dos chamados esportes radicais. Entretanto, esse processo vem ocorrendo sem o necessário acompanhamento do poder público, denotando a falta de fiscalização, legislação específica e ainda carência de conhecimento técnico, tanto dos responsáveis públicos, como das agências operadoras e ainda do próprio ecoturista (ROSALEN e LORANDI, 2004; ROSALEN, 2002).

O encontro mundial de desenvolvimento sustentável (*World Summit on Sustainable Development*), realizado em Johannesburg, África do Sul, em setembro de 2002, afirma que o Ecoturismo deve refletir “todas as formas de turismo em que a principal motivação do turista seja a observação e apreciação da natureza, que contribua para sua conservação, e que traga o mínimo impacto ao meio ambiente natural e à herança cultural”. Dentro desta definição, o desenvolvimento do ecoturismo requer grande sensibilidade no tocante à preciosidade e fragilidade dos recursos naturais. De um lado enfrentamos o desafio da necessidade de preservar e proteger os ecossistemas, necessários à sustentação da vida no planeta, e do outro lado, a necessidade de promover o desenvolvimento e a geração de novos postos de trabalho. Dessa forma, o crescimento econômico torna-se tão importante quanto a necessidade de proteger e preservar o meio ambiente. Essas duas vertentes não devem ser consideradas como opostas e excludentes, mas complementares, na perspectiva do desenvolvimento sustentável, em que o ecoturismo deve estar obrigatoriamente inserido.

No Brasil, o ecoturismo é uma atividade realizada de forma desorganizada, seguindo apenas as tendências do mercado, não atingindo os objetivos previstos em sua conceituação (BRASIL EMBRATUR, 2002). Tendo como base as Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo de 1994, a Política de Diretrizes Estadual foi discutida e oficialmente divulgada em 1997, envolvendo os princípios básicos para o ecoturismo anteriormente estabelecidos nas tendências mundiais, tais como: “o uso sustentável dos recursos naturais; a manutenção da diversidade biológica e cultural; a integração do turismo no planejamento; o suporte às economias locais; o envolvimento das comunidades locais; a consulta ao público e aos atores envolvidos; a capacitação de mão-de-obra; o marketing turístico responsável; a redução do consumo supérfluo e desperdício; e o desenvolvimento de pesquisa”.

Na atividade de ecoturismo em que as pessoas procuram o contato direto com os ambientes naturais, a utilização de trilhas é praticamente obrigatória, seja como uma via de transporte na região visitada ou diretamente na prática de caminhadas. Com a expansão desta modalidade de turismo as trilhas surgem como elementos de grande importância, principalmente como instrumentos de educação ambiental através de roteiros interpretativos. Porém, na maioria dos casos, a origem do seu traçado está restrito as antigas rotas de transporte e/ou caminhos utilizados por pescadores e caçadores, ou ainda por colhedores de palmito, sem nenhum estudo prévio. Para que as metas do turismo sustentável sejam atingidas, há necessidade da elaboração de um plano de manejo e gestão adequados à área. A elaboração desse plano passa, obrigatoriamente, pelo mapeamento e cadastro das trilhas.

Vários estudos têm investigado os impactos ambientais decorrentes da implantação e uso de trilhas, em função dos danos causados pela remoção da vegetação através do pisoteio contínuo, que conduz à compactação e conseqüente diminuição da infiltração da água no solo (DELUCA et al., 1998; WALLIN e HARDEN, 1996; WILSON e SENEY, 1994), muitas vezes acentuada pela elevada declividade do local, resultando desse fato no incremento dos processos erosivos, além de outros danos ambientais (NARDY, 1999; NARDY e LORANDI, 2001). Neste contexto, o estudo da topografia da área, seja através de cartas de declividade ou de perfis topográficos tem sido recomendado, como um importante recurso na avaliação e prevenção de processos erosivos e no planejamento de trilhas ecoturísticas, evitando traçados do tipo “morro abaixo”, isto é, perpendiculares às linhas de nível do terreno (ROSALEN e LORANDI, 2001).

A declividade de 12% tem sido considerada como a ideal para trilhas em ambientes naturais. Em terrenos com declividade superior a 26%, existe a necessidade da adoção de traçados em “zig-zag”, como medida preventiva aos processos erosivos (AGATE, 1983). É importante ressaltar que o traçado em “zig-zag” deve ser acompanhado de outras medidas, para evitar a tendência natural dos indivíduos em “cortar caminho”, isto é, adotarem um traçado retilíneo na caminhada, conduzindo à degradação da trilha. Leite e Lorandi (2001), através do estudo da declividade em áreas de beleza cênica de Análândia (SP), proveram subsídios para a reestruturação das trilhas e para a elaboração de uma proposta de uso racional do local, visando à conservação do ambiente.

Existe, portanto uma estreita relação entre a utilização de trilhas na prática do ecoturismo e a ocorrência de processos erosivos, na perspectiva de avaliar a susceptibilidade de áreas à erosão como subsídio ao processo de planejamento e de implantação ou utilização de trilhas. Um dos procedimentos de avaliação da suscetibilidade de uma área a processos erosivos é a utilização de modelos empíricos de previsão de perdas de solo, com base no modelo descrito pela Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), ou ainda na versão modificada, a Equação Universal de Perda de Solo Modificada (EUPSM) (WILLIAMS e BERNDT, 1977). Esse modelo utiliza o escoamento superficial para simular a quantidade de sedimentos, enquanto que a USLE utiliza a energia cinética da chuva na forma de erosividade (MACHADO, 2002). O cálculo da EUPS (BURIN e RIEDEL, 1997; CARVALHO e JACQUES, 1997; CAVALIERI et al., 1997; FONSECA FILHO et al., 1999; RIBEIRO et al., 1999; ROSA, 1995), pode ser realizado através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Porém, a utilização da EUPS como realizada em Rosalen e Lorandi (2004) nem sempre é um processo fácil de ser aplicado via SIGs, exigindo recursos humanos qualificados, muitas vezes não presentes no setor público; porém, a avaliação do tipo de solo predominante da área do entorno das trilhas pode ser facilmente realizada através de um mapa pedológico e essa análise pode servir como um diagnóstico preliminar dos riscos de processos erosivos que a área possa estar sujeita.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal propor um fator de fragilidade ambiental e, respectiva metodologia, para classificar vias utilizadas para a prática do ecoturismo. Esse fator pode servir como um diagnóstico preliminar para o estabelecimento de futuras políticas de gestão ambiental dessas vias pelo poder público. Para exemplificar a utilização do fator proposto, este foi aplicado num conjunto de vias ecoturísticas na região de Santo Antônio do Pinhal e Campos de Jordão, estado de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área de estudo

A área de estudo está localizada na região de Mata Atlântica, pertencente à Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira, criada pelo Decreto nº 91.304 de 3 de Junho de 1985 (SÃO PAULO, 1992; SÃO PAULO, 2000), totalizando 83,4 km². Tem como principais cursos d'água os rios Sapucaí e Sapucaí-Mirim. (SÃO PAULO CERH, 1990) e abrange os municípios de Santo Antônio do Pinhal e de Campos de Jordão, estado de São Paulo.

A área em sua maior parte localiza-se no município de Santo Antônio do Pinhal-SP, cuja sede municipal situa-se ao redor da latitude de 22°48'45"S e da longitude de 45°39'23"W, com uma altitude média de 1143 m. A região possui um elevado potencial para o ecoturismo, devido ao seu clima ameno e a beleza cênica das paisagens montanhosas, sendo que no Município de Santo Antônio do Pinhal ocorre uma pequena atividade ligada ao ecoturismo, restrita a passeios em trilhas e estradas de beleza cênica acentuada, associado a uma localização geográfica privilegiada no eixo Rio - São Paulo, próximo a um centro de atração turística de inverno (Campos do Jordão) e de verão (litoral norte de São Paulo).

Apesar de situar-se dentro da Zona Tropical, devido ao efeito da altitude, o clima adquire características de subtropicalidade, sendo classificado, de acordo com o sistema de Köppen, como do tipo Cfb, isto é, subtropical de altitude, mesotérmico e úmido, com temperaturas mínimas anuais em torno de 0,8°C e máximas anuais em torno de 25,3 a 30°C. O regime pluviométrico é tipicamente tropical, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Numa série temporal de 1943 a 1997 o mês de Janeiro apresentou-se como o mais chuvoso, com média de 277,58 mm e o mês de Julho, como o mais seco, com uma média de 27,76 mm (SÃO PAULO, 1997).

A vegetação original da região é constituída basicamente de campos de altitude, matas latifoliadas sub-tropicais, matas de araucárias e podocarpos e por associação entre mata latifoliada e araucária/podocarpos. Os campos de altitude, geralmente ocupam o topo dos morros e o terço superior das vertentes, enquanto que as matas ocupam os terços médio e inferior destas.

A área de estudo tem sua litologia inserida cronologicamente no período geológico Pré-Cambriano, estando localizada no Complexo Paraíso (predominância de granitos e granitóides) e também no Complexo Piquete (predominância de Migmatitos) (CUNHA et al., 1979).

Geomorfologicamente, a área está inserida na unidade morfoestrutural denominada de Cinturão

Orogênico do Atlântico. Esse cinturão é um dos mais extensos do Brasil, de natureza poliorogênica e vai do Uruguai até o norte da Bahia. Dentro desta unidade morfoestrutural, tem-se o Planalto Atlântico, como unidade morfoescultural e que, por sua vez, abrange o Planalto e Serra da Mantiqueira, que constitui a unidade morfológica específica da área escolhida (ROSS e MOROZ, 1997). Destacamos que a Serra da Mantiqueira apresenta dois níveis altimétricos, alto (> 900m) e médio (800 - 900m), na área de estudo predomina o nível alto, com declividades superiores a 30%, bem como a formas de relevo denudacionais, com modelados basicamente constituídos por escarpas e morros altos com topos aguçados e convexos. O grau de entalhamento dos vales abrange de menos 20 a 160 m e a dimensão interfluvial de menos 250 até 3750 m. A drenagem é bastante dissecada, com uma fortíssima rugosidade topográfica, apresentando o padrão dendrítico.

O mapa pedológico da região indica a ocorrência na área de estudo de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS, LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, CAMBISSOLOS HÁPLICOS e CAMBISSOLOS HÚMICOS (OLIVEIRA et al., 1999).

2.2. Metodologia

O cadastro e caracterização ambiental das vias ecoturísticas envolveu o uso do SIG AutoCAD Map e do sistema AutoCAD Civil. Foram vetorizadas oito cartas topográficas da região de estudo, escala 1:10000 (SÃO PAULO IGC, 1978), para obtenção das informações referentes a topografia, hidrografia, divisão política e sistema viário. A pedologia da área foi obtida do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500000 (OLIVEIRA et al., 1999), também vetorizado. Esse mapa consiste numa compilação de uma série de outros mapas, tendo como base o Mapa de Solos do Estado de São Paulo (BRASIL SNPA, 1960). É importante ressaltar que esse mapeamento pedológico é o único existente na região, desta forma tornou-se imperativo sua utilização apesar das escalas discrepantes.

As informações espaciais obtidas através das cartas analógicas, foram completadas por um levantamento de campo, realizado com um receptor GPS de navegação marca Garmin, principalmente para identificação das trilhas já presentes na base cartográfica ou ainda complementar trechos inexistentes.

Através do AutoCAD Civil foi elaborado o Modelo Digital de Terreno (MDT), que por sua vez permitiu a geração dos perfis topográficos das vias e respectivo cálculo das declividades e também a identificação de áreas com declividades superiores a 100%, que caracterizam Áreas de Preservação Permanente (APP). O AutoCAD Map além de permitir a comunicação do banco de dados das vias cadastradas permitiu a operação de *buffer* (faixa de 30 m) para geração de APPs ao redor da rede de drenagem e a operação de *overlay* para sobrepor as vias e as APPs. No processo de superposição entre as vias ecoturísticas e as APPs, foi gerado um índice de superposição (IS), que denota o quanto do trajeto da trilha encontra-se em APP (Equação 1).

$$IS = DH_{APP} / DH \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

DH_{APP} - comprimento horizontal da via situado em área de APP (m)

DH - comprimento horizontal total da via (m)

IS - Índice de Superposição das vias ecoturísticas em relação às APPs

O mapa pedológico da área de estudo indicou quatro Unidades de Mapeamento (OLIVEIRA et al., 1999), para as quais os respectivos valores de erodibilidade (K) foram obtidos através de literatura. O fator K denota o grau de fragilidade da unidade de mapeamento pedológico frente a processos erosivos laminares. Para efeito de comparação da fragilidade a processos erosivos entre as unidades de mapeamento da área, foi proposto o Índice de Erodibilidade Relativa (IER) (Equação 2). As unidades de mapeamento, valores de K e IER encontram-se na Tabela 1.

$$IER = K / K_{max} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

K - erodibilidade da unidade de mapeamento

K_{\max} - erodibilidade máxima encontrada na área de estudo

IER - Índice de Erodibilidade Relativa à área de estudo

Tabela 1 : Unidades de mapeamento pedológico da área de estudo e seus respectivos valores de K e IER.

UM ¹	Classificação taxonômica predominante	K^2 (Mg.h.MJ ⁻¹ .mm ⁻¹)	IER ³
PVA63	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	0,028	1,00
CX4	CAMBISSOLO HÁPLICO	0,015	0,54
CH1	CAMBISSOLO HÚMICO	0,015	0,54
LVA10	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	0,012	0,43

Fonte: Adaptado pelo autor de Rosalen (2002), Bertoni e Lombardi Neto (1992) e Oliveira et al. (1999).

¹UM: unidade de mapeamento pedológico;

²K: erodibilidade da unidade de mapeamento;

³IER: Índice de erodibilidade relativa.

Como a declividade das trilhas é variável ao longo de seu trajeto, optou-se por criar um valor de declividade único para cada trilha para fins de comparação. Essa declividade foi determinada através da Equação 3. Os valores máximos e mínimos das altitudes foram coletados observando-se os perfis topográficos das vias, de maneira a avaliar rampas predominantes em auge ou em declive.

$$d = DN / LH$$

Equação 3

Em que:

d - declividade da via ecoturística (%)

LH - comprimento horizontal total da via (m)

DN - diferença de nível da via (m), $DN = H_{\max} - H_{\min}$

H_{\max} - altitude ortométrica máxima da via no auge ou declive predominante (m)

H_{\min} - altitude ortométrica mínima da via no auge ou declive predominante (m)

Considerando um limite de 12% de declividade para as vias ecoturísticas, foi determinado o Índice de Declividade (ID) conforme a Equação 4.

$$ID = d / 12$$

Equação 4

Em que:

d - declividade da via ecoturística (%)

ID - índice de declividade da via ecoturística em relação ao valor de 12% de declividade

Com intuito de avaliar o grau de fragilidade das vias ecoturísticas cadastradas na área de estudo para fins de gestão ambiental, foi determinada a Fragilidade Relativa das vias ecoturísticas (FR), Equação 5.

$$FR = IS + IER + ID$$

Equação 5

Além do FR, também foi avaliado o grau de dificuldade do trajeto a pé na via ecoturística (GD). O valor de GD é um valor qualitativo e subjetivo, podendo ser alto, médio ou baixo. Esse valor pode ser útil no processo de gestão da via, auxiliando na sua recomendação frente a diferentes faixas etárias e/ou condicionamento físico dos possíveis usuários. Esse valor foi determinado pelo autor, que percorreu todas as trilhas em conjunto com agentes de ecoturismo da região.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As vias ecoturísticas cadastradas e analisadas foram aquelas tradicionalmente utilizadas para a prática do ecoturismo através de caminhadas no município de Santo Antônio do Pinhal por alguns agentes de ecoturismo. Muitas dessas vias compreendem estradas municipais não pavimentadas ou ainda antigas rotas de transporte. No caso das vias representadas pelas estradas municipais a largura média está em torno de 6,0 m e, no caso de antigas rotas, a largura é de 1,0 a 5,0 m.

Foram cadastradas um total de 16 vias ecoturísticas (23 trajetos). A Figura 1 exibe o mapa das trilhas cadastradas e a pedologia da área de estudo e na Tabela 2 temos a síntese dos resultados encontrados.

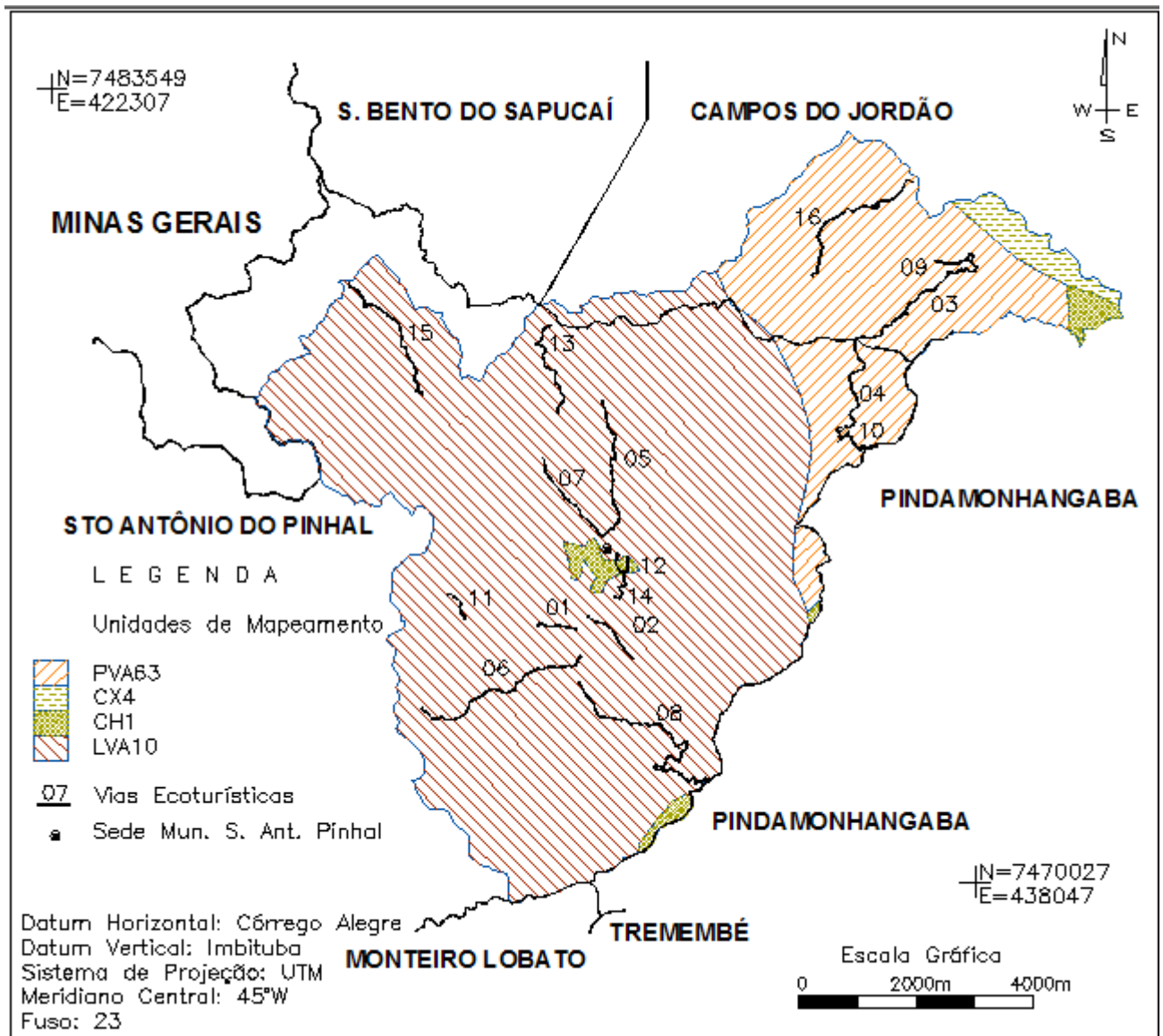


Figura 1: Vias ecoturísticas cadastradas e mapa pedológico da área de estudo.

A modelagem digital de terreno e posterior determinação das declividades da área de estudo indicaram, conforme classificação da EMBRAPA (1999), que o relevo predominante na área é forte ondulado (declividades entre 20 e 45%). Esse fato por si só, já indica que a região é crítica frente a processos erosivos; esse fato é agravado com a ocorrência de Argissolos (unidade de mapeamento PVA63) na região nordeste da área de estudo, como exibe a Figura 1. Argissolos, de maneira geral, são solos mais susceptíveis a processos erosivos, possuindo valores de erodibilidade mais acentuados (Tabela 1). Também, destacamos a importância da região em termos preservacionistas, por esta estar situada na APA da Mantiqueira, região de Mata Atlântica do estado de São Paulo.

A maioria das vias ecoturísticas cadastradas tem início em regiões de relevo suave ondulado, localizado em região de fundo de vale, seguindo posteriormente a vertente até a transposição de um divisor de águas, iniciando então a descida da vertente oposta até uma nova região de fundo de vale. A transposição dos divisores pelas trilhas, também, de maneira geral é realizada em locais de declividade menos acentuada, como seria esperado, visto que, a maioria das trilhas é ou foi utilizada como via de transporte.

Essa configuração da trilha ter parte de seu trajeto desenvolvido ao longo de talvegues e transpondo o divisor sempre em locais de menor declividade, contribuiu para que não fossem encontrados valores tão elevados de declividade, conforme exhibe a Tabela 2; das 16 trilhas cadastradas (23 trajetos no total), somente sete trajetos ultrapassaram a marca de 12% de declividade.

Porém, o fato da maioria dos trajetos se desenvolverem ao longo de talvegues implicou que dos 23 trajetos cadastrados, 12 trajetos se encontram totalmente inseridos em APPs (Tabela 2). Fato que deve ser considerado num futuro planejamento de gestão destas trilhas na prática do ecoturismo na região.

Com relação às unidades de mapeamento e respectivos IER, seis trajetos estão inseridos na unidade PVA63, portanto, alcançaram os valores máximos do índice. Esse fato também deve ser considerado no planejamento de uso das trilhas, pois indicam que a trilha e a área do entorno podem ser mais susceptíveis a processos erosivos.

Tabela 2: Vias ecoturísticas cadastradas e demais resultados encontrados.

CD ¹	Nome	MU ²	LH ³ (m)	d ⁴ (%)	ID ⁵	UM ⁶	IER ⁷	IS ⁸	FR ⁹	GD ¹⁰
1	Estrada da Aparecida	SA	686	2	0,17	LVA10	0,43	1,00	1,60	B
2	Estrada da Fazenda Serrana	SA	1101	12	1,00	LVA10	0,43	0,00	1,43	B
3	Trilha do Alto Lageado (Est. Velha)	CJ	2907	6	0,50	PVA63	1,00	1,00	2,50	B
4A	Trilha do Alto Lageado (Est. de Ferro) Trecho A	CJ	239	8	0,67	PVA63	1,00	0,00	1,67	M
4B	Trilha do Alto Lageado (Est. de Ferro) Trecho B	SA	1960	8	0,67	PVA63	1,00	0,39	2,06	M
5A	Estrada do Barreiro Trecho A	SA	2009	5	0,42	LVA10	0,43	1,00	1,85	B
5B	Estrada do Barreiro Trecho B	SA	676	10	0,83	LVA10	0,43	0,00	1,26	B
6A	Estrada do Boa Vista Trecho A	SA	2028	4	0,33	LVA10	0,43	1,00	1,76	M
6B	Estrada do Boa Vista Trecho B	SA	1346	9	0,75	LVA10	0,43	1,00	2,18	B
7A	Estrada do Morro Frio Trecho A	SA	815	12	1,00	LVA10	0,43	0,00	1,43	B
7B	Estrada do Morro Frio Trecho B	SA	938	8	0,67	LVA10	0,43	0,00	1,10	B
8A	Estrada do Pico Agudo Trecho A	SA	5065	10	0,83	LVA10	0,43	1,00	2,26	A
8B	Estrada do Pico Agudo Trecho B	SA	109	10	0,83	LVA10	0,43	1,00	2,26	A
9	Trilha da Faz. Lens (Mirante)	CJ	668	7	0,58	PVA63	1,00	1,00	2,58	B
10	Trilha da Fazenda Renópolis	SA	1558	20	1,67	PVA63	1,00	0,00	2,67	A
11	Trilha da Pousada Faz. Recanto das Águas	SA	653	3	0,25	LVA10	0,43	1,00	1,68	B
12	Trilha das Cruzes	SA	782	9	0,75	CH1	0,54	0,19	1,48	B
13A	Trilha do Cambraia Trecho A	SA	1039	6	0,50	LVA10	0,43	1,00	1,93	M
13B	Trilha do Cambraia Trecho B	SA	958	15	1,25	LVA10	0,43	1,00	2,68	M
14	Trilha do Colatório	SA	671	13	1,08	LVA10	0,43	0,00	1,51	B
15A	Trilha do Tropeiro Trecho A	SA	754	13	1,08	LVA10	0,43	0,00	1,51	M
15B	Trilha do Tropeiro Trecho B	SA	1945	6	0,50	LVA10	0,43	1,00	1,93	M
16	Trilha do Zig Zag	CJ	3114	16	1,33	PVA63	1,00	1,00	3,33	M

¹ CD – codificação da via ecoturística;

² MU – município onde está inserida a via ecoturística: Santo Antônio do Pinhal (SA) ou Campos do Jordão (CJ);

³ LH – comprimento total horizontal da via ecoturística;

⁴ d – declividade da via ecoturística;

⁵ ID – índice de declividade da via ecoturística em relação ao valor de 12% de declividade;

⁶ UM – unidade de mapeamento pedológico na qual se encontra a via ecoturística;

⁷ IER – índice de erodibilidade relativo à área de estudo;

⁸ IS – índice de superposição das vias ecoturísticas em áreas de preservação permanente;

⁹ FR – fragilidade ambiental relativa à área de estudo da via ecoturística;

¹⁰ GD – grau de dificuldade da via ecoturística: alto (A), médio (M) e baixo (B).

A determinação do FR (Tabela 2) permitiu classificar os trajetos cadastrados considerando a declividade, unidade de mapeamento pedológico e superposição em APPs, possibilitando desta forma, verificar os trajetos que devem ter maior atenção por parte do gestor público em futuros planejamentos conservacionistas e respectivo uso das trilhas nas atividades de ecoturismo; inclusive, podendo indicar qual deles o poder público já deveria realizar alguma medida preventiva de maneira a preservar o atividade de ecoturismo na região.

Com relação ao GD (Tabela 2), a Trilha da Fazenda Renópolis e a Estrada do Pico Agudo foram classificadas num grau de dificuldade alto, a primeira, devido principalmente a precariedade da trilha e a segunda, devido a sua declividade e ao percurso mais extenso. As demais trilhas foram classificadas como grau médio ou baixo, o que indica que poderiam, a princípio, serem utilizadas sem grandes limitações de idade e/ou condições físicas.

4. CONCLUSÕES

Frente aos resultados obtidos, concluímos que a metodologia para a determinação da fragilidade ambiental de trilhas utilizadas na prática do ecoturismo foi de fácil aplicação, permitindo uma classificação objetivas das trilhas de forma a auxiliar o poder público na gestão destas. Dentro da metodologia, a maior dificuldade foi à geração do modelo digital de terrenos e geração dos perfis topográficos, que exige conhecimentos básicos de Topografia. Dentre as vias ecoturísticas cadastradas e avaliadas, a Trilha do Zig-Zag deveria receber atenção imediata por parte do poder público, pois apresentou elevado grau de fragilidade ambiental.

Finalizando, podemos também concluir que a área de estudo, como um todo, é uma região crítica frente a processos erosivos, e considerando ainda sua importância ambiental por situar-se em área de Mata Atlântica, recomenda-se que para um maior desenvolvimento da atividade ecoturística na área, faz-se necessário a elaboração de um plano que leve em consideração os fatores expostos no presente trabalho e outros mais, para que se cumpra, adequadamente, um dos objetivos fundamentais desta atividade, que é auxiliar na conservação dos recursos naturais.

5. REFERÊNCIAS

AGATE, E. **Footpaths: a Practical Conservation Handbook**. Berkshire: Wembley Press, 1983. 192p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone Editora, 1992. 395p.

BRASIL EMBRATUR - Empresa Brasileira de Turismo. Diretrizes para uma Política Estadual de Ecoturismo. In: _____ **Ecoturismo na Mata Atlântica: um Guia Interativo do Vale do Ribeira**. 2002.

BRASIL SNPA – Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. 1960. **Levantamento de reconhecimento dos solos de Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: SNPA, 1960. 634p. Boletim 12.

BURIN, H. R.; RIEDEL, P. S. **Aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) numa avaliação multitemporal da Bacia do Ribeirão Preto**. Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada – IGCE (UNESP), 1997. 15p.

CARVALHO, C. N.; JACQUES, P. D. Análise da Sensibilidade e da Incerteza dos Fatores da EUPS na Avaliação de Riscos de Erosão por Geoprocessamento. **Caderno de Informações Georreferenciadas – CIG**, Campinas. v.1, n.2, 2p, 1997. Nota Técnica 5.

CAVALIERI, A. V.; HAMADA, E.; ROCHA, J. V.; LOMBARDI NETO, F. Estudo da Degradação do Solo com o uso do SIG-IDRISI. **Caderno de Informações Georreferenciadas – CIG**, Campinas, v1, n.2, 2p, 1997. Nota Técnica 4.

CUNHA, H. C. S. et al. 1979. **Mapeamento geológico do Planalto de Poços de Caldas** compilado de: FRAYHA, R. et PARISE, C. A., 1974. Escala aproximada 1:50.000.

DELUCA, T. H., FREIMUND, W. A., COLE, D. N. Influence of Llamas, Horses, and Hikers on Soil Erosion from Established Recreation Trails in Western Montana, USA. **Environmental Management**, v.22, n. 2, p.255 – 262, 1998.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: SPI, 1999. 412p.

FONSECA FILHO, H.; GUANDIQUE, M. E. G.; PINTO, S. A. F. Avaliação das perdas de solo por erosão e da adequação do uso da terra na região do entorno da cidade de Conchal – SP. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. Salvador 1999. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 21p.

LEITE, S.; LORANDI, R. **Carta de Declividade de Áreas Cênicas de Analândia como Subsídio ao Planejamento Ambiental**. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSCAR, SÃO CARLOS – SP. 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR.

MACHADO, R. E. **A Simulação de Escoamento e de Produção de Sedimentos em uma Microbacia Hidrográfica utilizando-se de Modelagem e Geoprocessamento**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 154p. Tese de Doutorado.

NARDY, R. M. C.; LORANDI, R. Impacto Erosional em Trilhas Ecoturísticas no Município de Analândia (SP). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSCAR, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2001.

NARDY, R. M. C. **Caracterização Ambiental de Áreas Cênicas como Subsídio para o Planejamento das Atividades Turísticas: o Caso do Município de Analândia, SP**. São Carlos: UFSCAR, 1999. 105p. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida**. Campinas: IAC, 1999.

RIBEIRO, S. R. A.; BATISTA, G. A.; LEAL, L. L.; LOVERA, A. Análise do uso da terra em relação à aptidão agrícola das terras e à erosão potencial, no município de Santa Helena – PR, utilizando o Geoprocessador IDRISI 2.01. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: GISBRASIL, 1999, 7p.

ROSA, R. O Uso de Sistemas de Informação Geográfica para Estimativa de Perdas de Solo por Erosão Laminar. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1995. **Anais...** 1995. v.2. p.262-265.

ROSALEN, D. L.; LORANDI, R. Caracterização de vias ecoturísticas através de um Sistema de Informações Geográficas. Caso de Estudo: Municípios de Santo Antônio do Pinhal e de Campos do Jordão (SP). In: José Eduardo dos Santos; Felisberto Cavalheiro; José Salatiel Rodrigues Pires; Carlos Henke-Oliveira; Adriana M. Z. C. Pires. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção**. 1 ed. São Carlos: RiMA-FAPESP, 2004, v. 2, p. 731-759.

ROSALEN, D. L. **Utilização de um Sistema de Informações Geográficas Associado à Equação Universal de Perda de Solo no Planejamento do Ecoturismo no Município de Santo Antônio do Pinhal – SP**. São Carlos: UFSCAR, 2002. 292p. Tese de Doutorado.

ROSALEN, D. L.; LORANDI, R. Utilização da Análise Topográfica para Fins de Planejamento de Trilhas Ecoturísticas. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSCAR, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2001.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1997.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2000.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1992.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas

e Energia Elétrica Meio Ambiente. Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos / Convênio DAEE-USP. **Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1997. Versão em CD-Room.

SÃO PAULO CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos - Síntese**. São Paulo: CERH, 1990. 97p.

SÃO PAULO IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico. **Plano Cartográfico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IGC, 1978. Escala 1:10.000.

WALLIN, T. R.; HARDEN, C.P. Estimating Trail – Related Soil Erosion in the Humid Tropics: Jatun Sacha, Ecuador, and La Selva, Costa Rica. **Royal Swedish Academy**, p.517 – 521, 1996.

WILSON, J. P.; SENEY, J. P. Erosional Impact of Hikers, Horses, Motorcycles, and Off-road Bicycles on Mountain Trails in Montana. **Mountain Research and Development**, v.14, n.1, p.77–88, 1994.

WILLIAMS, J. R.; BERNDT, H. D. Sediment Yeld Prediction Based on Watershed Hydrology. **Transaction of the ASAE**, v.2, p.1100-1104, 1977.