

Atividade Erosiva em Trilhas de Unidades de Conservação: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil

Erosive Activity in Trails of Conservation Units: Case Study in the Serra do Cipó National Park, Minas Gerais State, Brazil

Laura Gualtieri-Pinto¹; Felipe Fonseca de Oliveira¹; Manuela de Almeida-Andrade¹;
Hilton Ferreira Pedrosa²; Wellington Aguilar de Santana¹; Múcio do Amaral Figueiredo^{1*}

RESUMO

O presente trabalho foi realizado no Parque Nacional da Serra do Cipó, cujo foco investigativo aborda a deterioração física do solo no leito principal da trilha da Cachoeira do Sobrado. O monitoramento da atividade erosiva é um das técnicas utilizadas para o diagnóstico do estado de conservação e de segurança para os usuários das trilhas. O método de monitoramento utilizado foi o cálculo da Área Seccional Transversal, consistindo na realização de perfis transversais em determinados pontos das trilhas, obtendo-se resultados de perda e/ou acúmulo de sedimentos pelo cálculo da variação da área em centímetros quadrados. Os resultados mostram que em alguns pontos monitorados houve erosão e em outros, acúmulo de sedimentos. Quando comparados com resultados apurados em países do hemisfério norte para o mesmo período de monitoramento, a área de erosão nas trilhas medida pelo presente trabalho é bem menor. Esse tipo de monitoramento é importante, pois pode apontar situações tais como o aumento do grau de dificuldade para o trânsito de andarilhos, ciclistas e cavalos de montaria no leito principal da trilha, o que os estimularia a abrirem trilhas secundárias, modificando ainda mais o ecossistema e os solos das proximidades, além de subsidiar os gestores da unidade de conservação com dados específicos.

Palavras-chave: Atividade Erosiva, Trilhas, Área Seccional Transversal.

ABSTRACT

The present work was carried through in the Serra do Cipó National Park, whose investigative focus approaches the physical deterioration of the soil in the main stream bed of the trail of the Cachoeira do Sobrado. The study of the erosive activity is one of the techniques used for the diagnosis of the state of conservation and security for the users of the trails. The method of study used was the calculation of Cross-Sectional Area, consisting of the accomplishment of transversal profiles in determined points of the trails, getting itself resulted of loss and/or accumulation of sediments for the calculation of the variation of the area in squared centimeters. The results show that in some studied points it had erosion and in others, accumulation of sediments. When compared with refined results in countries of the north hemisphere for the same period of study, the area of erosion in the trails measured by the present work is well lesser. This type of study is important, therefore it can point situations such as the increase of the degree of difficulty for the transit of hikers, bikers and riding horses in the main stream bed of the trail, it would stimulate what them to open secondary trails, modifying still more the ecosystem and soils of the neighborhoods, beyond subsidizing the managers of the conservation unit with specific data.

Keywords: Erosive Activity, Trails, Cross-Sectional Area.

¹ Curso de Geografia e Análise Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte, Uni-BH. Av. Prof. Mário Werneck, 1685, Campus Estoril, 30455-610, Belo Horizonte, MG

² Eng. Civil, Autônomo, Rua Chapecó, 422, 30410-070, Belo Horizonte, MG.

* mucio.figueiredo@gmail.com

1. Introdução

Trilhas sempre foram um elemento cultural presente desde os primórdios da humanidade, e serviu durante muito tempo, como via de comunicação entre os diversos lugares habitados ou visitados pelo homem. Na atualidade, as trilhas têm sido utilizadas como via de condução a atrativos ou ambientes naturais, para contemplação da natureza, prática de esportes radicais, recreação, e ecoturismo, além de, em alguns casos, continuarem a ser utilizadas como via de acesso e comunicação entre grupos humanos em áreas não-urbanas.

Em função do *boom* atual relativo à visitação em áreas naturais para fins recreacionais, contemplativos ou desportivos, a investigação científica de temas que envolvam essas atividades, cuja designação vem sendo denominada internacionalmente de Ecologia da Recreação (Recreation Ecology), tem tomado crescente importância acadêmico-científica e governamental em países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Austrália, entre outros, conforme literatura técnica amplamente difundida e acessível via internet. O conhecimento detalhado para fins de planejamento dos vários fatores que envolvem a Ecologia da Recreação deve ser incentivado, de modo a contribuir para a sustentabilidade ambiental das áreas naturais sob visitação pública ou ecoturística constante (HAMMITT & COLE, 1998; THERRELL et al, 2006; PICKERING & HILL, 2007). Assim, as trilhas são um importante fator a ser investigado, pois são o principal meio de locomoção das pessoas que buscam o contato com a natureza. No entanto, podem se tornar vetores de propagação de diversos desequilíbrios ecológicos, pedológicos e geomorfológicos. A erosão nas trilhas de áreas protegidas abertas ao uso público pode afetar significativamente ambientes ecológicos, sociais e administrativos, sendo um tipo de impacto que merece maior atenção dos gestores dessas áreas naturais (COLE, 1983; JEWELL & HAMMITT, 2000).

Segundo Cole & Schreiner (1981); Marion & Cole (1996) e Hammitt & Cole (1998), o principal impacto nos solos em áreas naturais de recreação resulta do pisoteio. Pisoteio e uso de veículos (bicicletas, motocicletas, automóveis, etc.) causam compactação do solo, aumentando a densidade e resistência à penetração no solo, mudanças na estrutura do solo e na sua estabilidade, perdas na serrapilheira e no conteúdo de húmus, redução nas taxas de infiltração, aumento do escoamento hídrico superficial, e aumento da erosão. Além disso, com mudanças nas propriedades físicas, o pisoteio pode levar a mudanças na biologia e na química do solo. Os macro e microhabitats do solo e da serrapilheira alterados resultam em

importantes mudanças na composição das espécies da microflora e da fauna do solo (DUFFEY, 1975).

No presente trabalho, faz-se um monitoramento das perdas de solo pela atividade erosiva no leito de uma trilha existente no Parque Nacional da Serra do Cipó (Parna Cipó), uma Unidade de Conservação (UC) Federal.

Segundo Lechner (2006), citando o SNUC (2002), Unidade de Conservação é o...

...espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com o objetivo de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

A referida área protegida é bastante visitada por habitantes das regiões circunvizinhas e de outros estados brasileiros, sendo a maior demanda originada dos municípios que compõem a região metropolitana de Belo Horizonte, cuja distância do Parna Cipó é de cerca de 100 km.

Segundo Cole (1983), a deterioração física (alargamento, aprofundamento) das trilhas é mais observada do que mudanças na vegetação. As mudanças na vegetação são menos notadas pelos visitantes, pois são confinadas para as áreas de borda da trilha e o mais importante é que não prejudica a função da trilha, como facilitador de transporte.

Segundo Lechner (2006), as trilhas costumam ser o primeiro dos elementos de infraestrutura desenvolvidos sempre que uma nova área protegida é declarada e, com frequência, isso ocorre antes do planejamento formal ou mesmo um plano de manejo seja implantado. Hoje, essas trilhas deixadas por nossos antepassados ou por moradores de zonas rurais, são utilizadas para vários fins, um deles é o ecoturismo, onde as trilhas levam para cachoeiras, canyons, cavernas, mirantes, dentre outros atrativos naturais.

Como nos dias atuais a atividade ecoturística vem sendo muito difundida, faz-se necessário um conhecimento mais específico das condições físicas das trilhas, sendo o monitoramento da atividade erosiva no leito destas, uma importante variável para que se conheça seu estado de conservação e de segurança para as pessoas que as utilizam para diversos fins (caminhadas, ciclismo, cavalgadas, etc.).

Podem ser estabelecidos diversos tipos de trilhas, que podem ser classificadas quanto à função (vigilância, recreativa, educativa, interpretativa e de travessia), quanto à forma (circular, oito, linear e atalho), quanto ao grau de dificuldade (caminhada leve, moderada e pesada) e quanto à declividade do relevo (ascendentes, descendentes ou irregulares)

(ANDRADE, 2003). A erosão transparece devido à exposição do solo no seu leito principal e pode estar relacionada a vários fatores, entre eles, a intensidade de tráfego (andarilhos, ciclistas e cavalos de montaria), a declividade do terreno, além das características físicas e químicas do solo.

Mesmo sendo a erosão um processo natural, não se pode descartar a ação antrópica dentro desse ciclo, pois contribui consideravelmente no processo de aceleração dos focos de erosão, através do desmatamento, resultando na compactação do solo (agricultura mecanizada, pastoreio, etc.). Outros meios que podem contribuir para o agravamento do processo erosivo em trilhas são o pisoteio de andarilhos e o tráfego de ciclistas e de cavalos de montaria, podendo causar desequilíbrios ecossistêmicos indesejáveis.

Para Cole (1983) o processo de planejamento de trilhas é impróprio e, muitas vezes, resulta em impactos inadequados, aumentando custos de construção e manutenção e os sistemas de trilhas raramente são integrados com os objetivos gerais da área protegida.

Neste trabalho, são apresentados dados de monitoramentos realizados em um período de 12 meses, objetivando detectar variações na atividade erosiva nas trilhas. Esse período foi considerado um ciclo mínimo de monitoramento para se obter uma noção das tendências para perdas de sedimentos, ou seja, o quanto o leito das trilhas (nos pontos de monitoramento) estão sendo aprofundados, se estão acumulando sedimentos e porque isso acontece. De forma geral, tais situações tendem a causar dificuldades ao trânsito de andarilhos, ciclistas e cavalos de montaria, utilizados pelos usuários das trilhas, obrigando-os a abrirem trilhas secundárias impactando ainda mais as áreas adjacentes às rotas que levam aos principais atrativos do Parna Cipó.

2. Materiais e métodos

A área de investigação do presente trabalho situa-se entre os paralelos 19° 12' e 19° 34' S, e os meridianos 43° 27' e 43° 38' W, localizando - se a cerca de 100 km a norte de Belo Horizonte (Fig. 1). O acesso se dá pela rodovia MG-010, localizada inicialmente na porção norte da capital interligando-a a região da Serra do Cipó. No km 94 da rodovia, segue-se por uma estrada não pavimentada à direita da pista, sentido Belo Horizonte - Santana do Riacho,

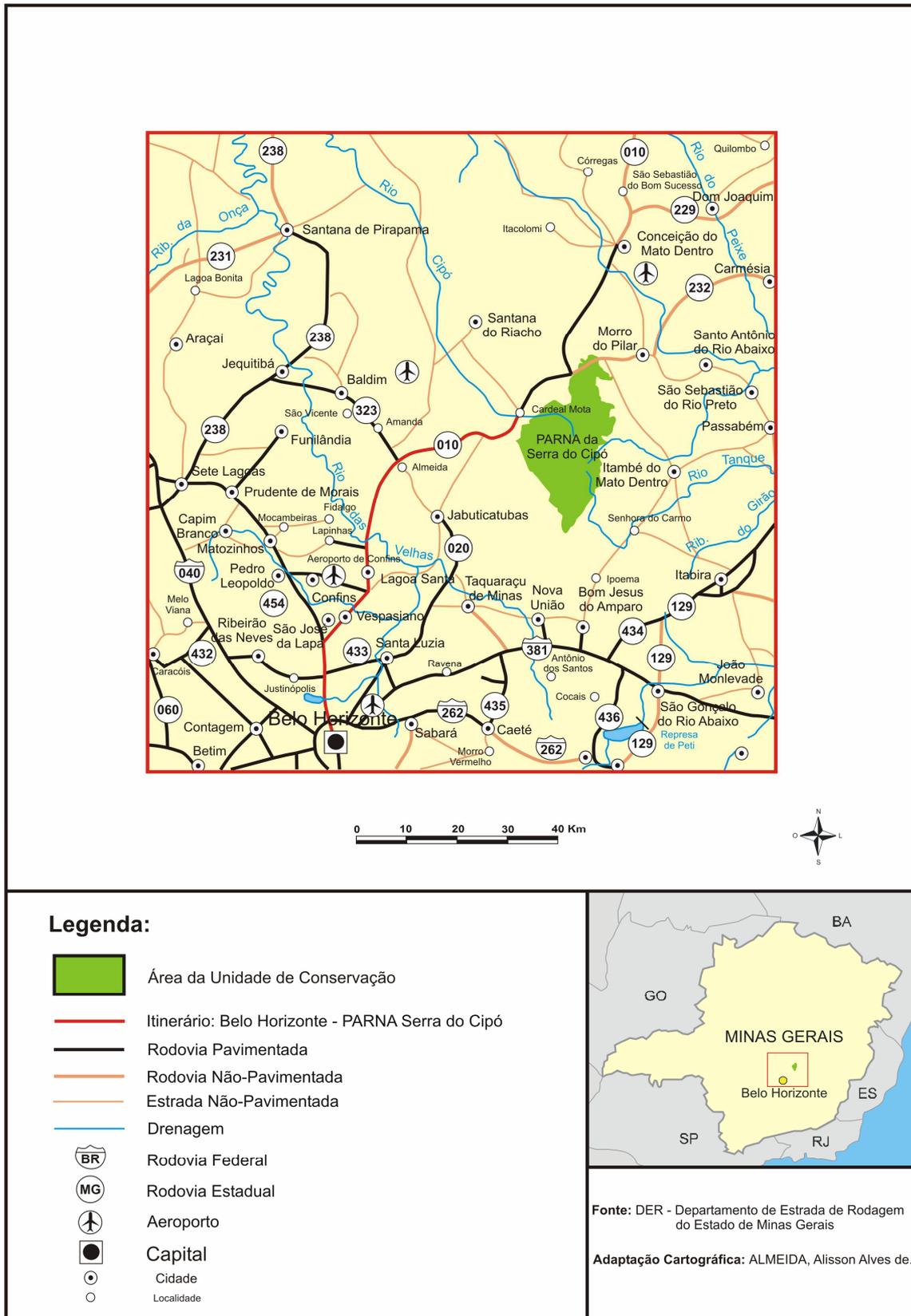


Figura 1: Localização do Parque Nacional da Serra do Cipó e região (fonte: ALMEIDA, 2005).

na direção E, com percurso de aproximadamente 3 km até a entrada principal, na sede do Parque. Quanto às características climáticas da região, Almeida (2005), relata que o Parna Cipó e os distritos mais próximos carecem de instrumentação necessária ao monitoramento de dados básicos de climatologia e meteorologia. Os dados disponíveis são obtidos nas estações climatológicas de Conceição do Mato Dentro e de Lagoa Santa, as quais situam-se distantes do Parna Cipó, aproximadamente 30 e 40 km, respectivamente. Deve-se considerar que diversos aspectos climáticos variam em consequência do relevo bastante escarpado ao longo de um gradiente altimétrico de 800 a 1670 metros. Em consequência disso, os efeitos orográficos são predominantes na área de estudo, ocasionando provavelmente maiores ocorrências de chuvas no local. O clima da Serra do Cipó é do tipo tropical de altitude com verões frescos do tipo Cwb (classificação de Köepen) e estação seca bem pronunciada. Enquadra-se no tipo sub-tropical moderado úmido, que, devido à estação seca bem marcada, apresenta um déficit hídrico anual que pode chegar a 60 mm. As temperaturas médias anuais oscilam entre 17 e 18.5 °C e as precipitações pluviométricas médias entre 1.450 e 1.800 mm, provocando uma evapotranspiração potencial anual de 700 a 850 mm (ALMEIDA, 2005). Dados meteorológicos obtidos na estação de Conceição do Mato Dentro (ALMEIDA, 2005) indicam temperatura média anual de 20,8 °C e precipitação média anual de 1.622 mm.

A metodologia utilizada consiste na apuração da perda de solo pela erosão, através do cálculo da Área Seccional Transversal (AST) do leito da trilha (COLE, 1983; MARION & OLIVE, 2006), em pontos específicos de monitoramento. Os pontos foram definidos após o percurso de toda a extensão das trilhas monitoradas, quando foram selecionados locais com diferentes densidades de cobertura vegetal adjacente (estimativa visual) e declividade variável, onde havia evidências visuais de intensificação da atividade erosiva.

A realização dos monitoramentos consistiu nos seguintes procedimentos, conforme Cole (1983):

- Instalação do aparato, composto pela fixação de dois piquetes (pontos fixos), um de cada lado da trilha, nos locais de monitoramento. Quando há caules de plantas nas laterais do local de monitoramento, toma-se os mesmos como referência de fixação horizontal da linha da trena (Fig. 2 e Fig. 3), conforme sugerido por Leonard & Whitney (1977);
- Estende-se a trena entre os dois piquetes, amarrando-a nos mesmos, obtendo-se uma linha sobre a trilha, estabelecendo assim, um transecto da mesma;
- Utiliza-se uma régua de nível, utilizada na construção civil, para obter o nivelamento horizontal da linha da trena;

- Em intervalos iguais, de 10 cm de extensão, mede-se, para cada intervalo, a altura entre a linha e a superfície da trilha (Fig. 2). Tudo é devidamente anotado em caderneta de campo;

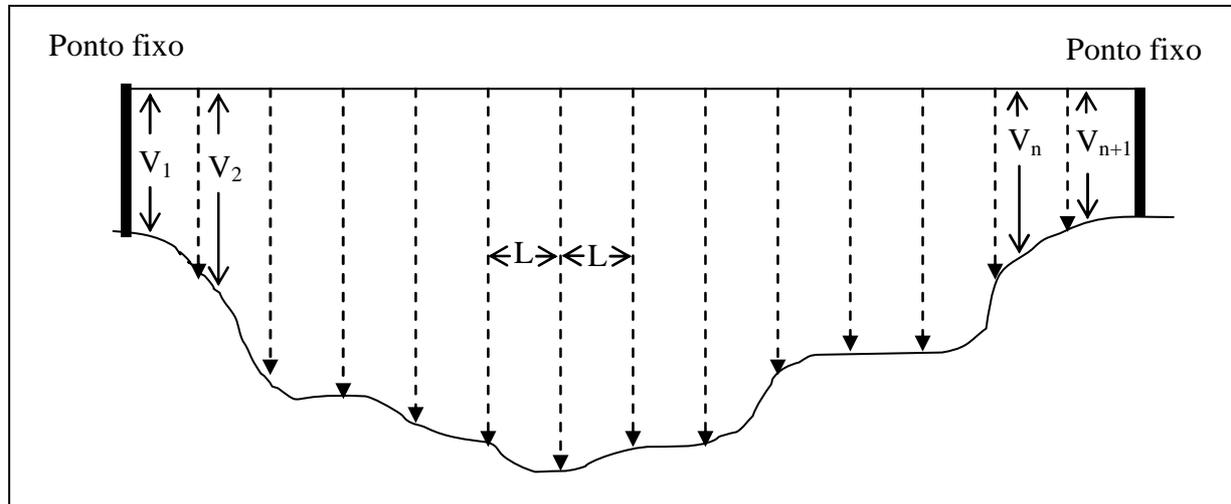


Figura 2: *Layout* do método de cálculo da AST na trilha, conforme Cole (1983).



Figura 3: Exemplo de fixação da linha horizontal para cálculo da AST, tendo como ponto fixo caules de plantas nas laterais da trilha.

- No escritório, utiliza-se a fórmula descrita por Cole (1983) para obtenção do resultado da área seccional transversal, em cm^2 , e da progressão da incisão realizada pela erosão no leito da trilha. O cálculo da Área Seccional Transversal é expresso da seguinte forma (COLE, 1983):

$$A = \frac{V_1 + 2V_2 + \dots + 2V_n + V_{n+1}}{2} \times L$$

Onde:

A = Área Seccional Transversal (AST).

$V_1 - V_{n+1}$ = Medidas verticais começando em V_1 , e terminando em V_{n+1} .

L = Intervalo horizontal entre as medidas verticais.

Após a etapa de campo, os dados foram analisados através da construção de gráficos - utilizando-se o *software* Microcal Origin 6.0 - resultantes das medidas da Área Seccional Transversal da trilha.

3. Apresentação e análise dos resultados

A erosão do solo é um importante e significativo indicador da degradação da trilha. A utilização do método do cálculo da Área Seccional Transversal é provavelmente o método replicável mais frequentemente usado para monitorar segmentos da trilha afetados por erosão. Esse método pode ser aplicado sistematicamente em posições fixas para redes inteiras de monitoramento de trilhas. A erosão ou a deposição de solos e sedimentos pode ser medida com muito mais precisão e exatidão com este método, e os dados coletados usando este método são adequados para os gestores que precisam tomar decisões a respeito da manutenção e conservação das trilhas monitoradas (JEWELL & HAMMITT, 2000).

Foram monitorados cinco diferentes pontos na Trilha da Cachoeira do Sobrado. Essa é a trilha mais utilizada do Parque, pois é de baixo grau de dificuldade, auto-guiada e pouco declivosa, além de curta (8 km), se comparada com a extensão de outras trilhas do Parque (Fig. 4). Destina-se a um atrativo natural de grande beleza cênica que dá nome à respectiva trilha. Os pontos monitorados foram escolhidos em função da evidência visual de atividade erosiva.

Resultados da trilha investigada são assim apresentados:

Extensão: 8 km

Tipo de uso: caminhada, ciclismo, cavalgada.

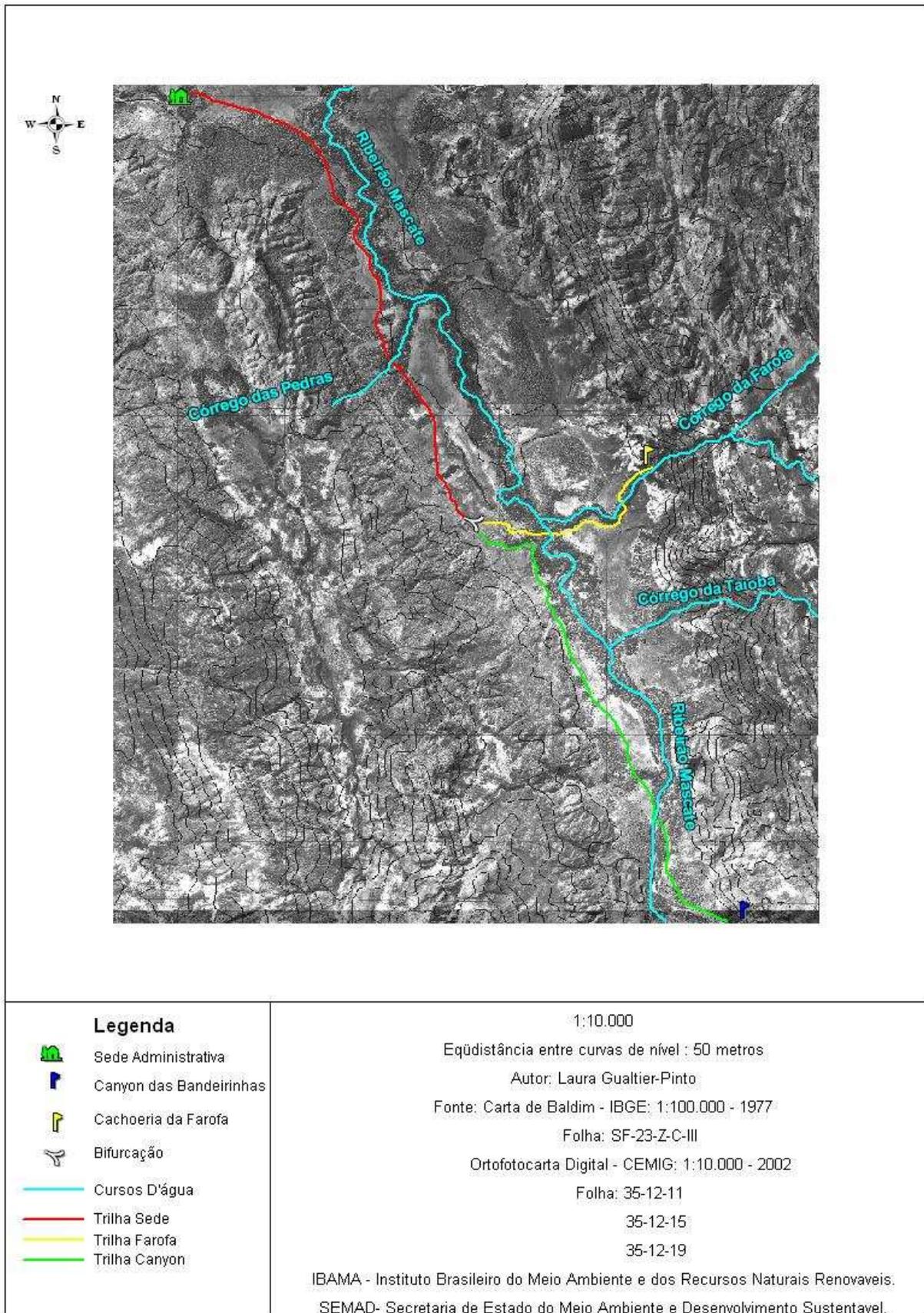


Figura 4: Localização de três das trilhas mais utilizadas do Parna Cipó, com destaque (em amarelo) para a trilha monitorada neste trabalho.

Dados referentes aos cálculos apurados no período de monitoramento (1 ano) mostram pontos que apresentaram apenas perdas de solo e outros que apresentaram acúmulo (Tab. 1). No entanto, verifica-se que os números relativos à erosão (17,54; 2,28 e 5,45 cm²) são muitos superiores aos de acúmulo (1,235; 0,0073 e 1,39 cm²). A erosão de 25,27 cm² e o acúmulo de 2,63 cm² na soma dos pontos monitorados mostra uma situação menos complicada do que as relatadas por Cole (1983) e Yoda & Watanabe (2000). Em período similar de tempo de monitoramento, Cole (1983) encontrou resultados muito maiores de erosão, com pontos de monitoramento que resultaram em até 362 cm² de solo erodido (COLE, 1983, p.6), enquanto que Yoda & Watanabe (2000, p.176), encontraram resultados de até 10900 cm². O valor máximo apurado por Cole (1983) é mais de 20 vezes superior ao maior valor verificado na presente investigação (17,54 cm²), enquanto que o valor máximo apurado por Yoda & Watanabe (2000, p.176), em um período de 7 anos, é incrivelmente maior (621 vezes) do que o valor máximo apurado pelos autores deste trabalho. Mesmo quando observada a média anual do resultado máximo de Yoda & Watanabe (2000), ainda assim, o valor (média de 1557 cm² anuais) é 88 vezes mais elevado que os 17,54 cm² de valor máximo apurado neste trabalho. Tal fato pode estar relacionado a diversos prováveis fatores, entre eles, índices pluviométricos mais elevados, maior declividade média nas trilhas, ou a congelamentos e descongelamentos sazonais devido ao contraste entre os rigorosos invernos e o verão nas zonas temperadas do hemisfério norte, liberando grandes quantidades de água a ser escoada de forma concentrada no leito das trilhas dessas regiões. O ambiente de clima temperado das Montanhas Rochosas, nos Estados Unidos, onde Cole (1983) realizou sua investigação, e do Parque Nacional de Daisetsuzan, situado numa zona montanhosa no norte do Japão, onde Yoda & Watanabe (2000) trabalharam, são bem diferentes do ambiente de clima tropical onde se insere o Parque Nacional da Serra do Cipó e o estado de Minas Gerais, no Brasil. Quanto ao acúmulo, suas causas também parecem ser similares às relatadas por Cole (1983). Na verdade, um conjunto de fatores. Entre eles, destaca-se ocorrência de bancos (degraus laterais) nas bordas do leito da trilha, variando entre 20 e 80 cm de altura (Fig. 5), cujo colapso pode ocorrer devido à intensidade das chuvas ou mesmo ao pisoteio de cavalos, trazendo maior quantidade de sedimentos e dificuldade no escoamento superficial, responsável pelo transporte do solo desagregado. A análise das figuras 5a, 5b, 5c, 5d e 5e, demonstra haver perdas e acúmulos de sedimentos nas trilhas, sugerindo haver fatores multivariados que

proporcionam tais situações. Uma análise mais atenta dos gráficos mostra perda de sedimentos na maioria dos meses monitorados. Isso pode ser explicado de forma bastante óbvia. Ao trafegarem pelas trilhas, os usuários (andarilhos, ciclistas ou cavalos de montaria) promovem a destruição de partículas da superfície do solo, desagregando-as e gerando sedimentos não coesos sobre a superfície desnuda da trilha. A ausência de vegetação ou de qualquer cobertura orgânica deixa o material desagregado susceptível ao transporte hídrico em períodos chuvosos. O acúmulo de materiais provém da erosão dos bancos laterais formados pelo progressivo aprofundamento

Tabela 1: Resultados dos cálculos da Área Seccional Transversal (COLE, 1983) dos pontos de monitoramento da Trilha da Cachoeira do Sobrado. LP : leito principal da trilha; LS : Leito secundário da trilha; + : acúmulo de sedimentos na trilha; - : erosão na trilha.

Período de monitoramento	Área Seccional Transversal (cm ²)					
	Ponto 1	Ponto 2		Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
		LP	LS			
Mai-Ago/2007	-13,98	-	-	-01,46	-	-00,13
Ago-Nov/2007	+04,79	+02,830	-01,26	-02,02	+0,0304	+07,71
Nov/2007- Fev/2008	-00,78	-02,105	-00,34	-01,75	-0,0144	+01,03
Fev-Mai/2008	-07,57	+00,510	-00,68	-00,22	-0,0087	-07,22
Total	-17,54	+01,235	-02,28	-05,45	+0,0073	+01,39

do leito da trilha. O fluxo hídrico naquele local pode não ser suficiente para transportar o material acumulado, ou mesmo, pode não ter havido chuva suficiente entre o período de acúmulo e o dia do monitoramento.

A classe do solo, granulometria, índices de matéria orgânica e índices de compactação, também são fatores que interferem na maior ou menor atividade erosiva sobre os solos

desnudos do leito da trilha, conforme discutido por Hammitt & Cole (1998), resultados estes ainda não totalmente apurados pelos presentes autores, e, portanto, não utilizados neste trabalho. Solos arenosos e pouco coesos podem ter mais propensão à perda de sedimentos, ocasionando o aprofundamento do leito da trilha, dificultando assim, o trânsito de usuários. Tal problema pode induzi-los a procurar as áreas adjacentes à trilha principal, originando assim, trilhas secundárias que podem resultar, no futuro, no mesmo problema apresentado inicialmente: exposição do solo no leito da trilha e desenvolvimento de novos focos erosivos.

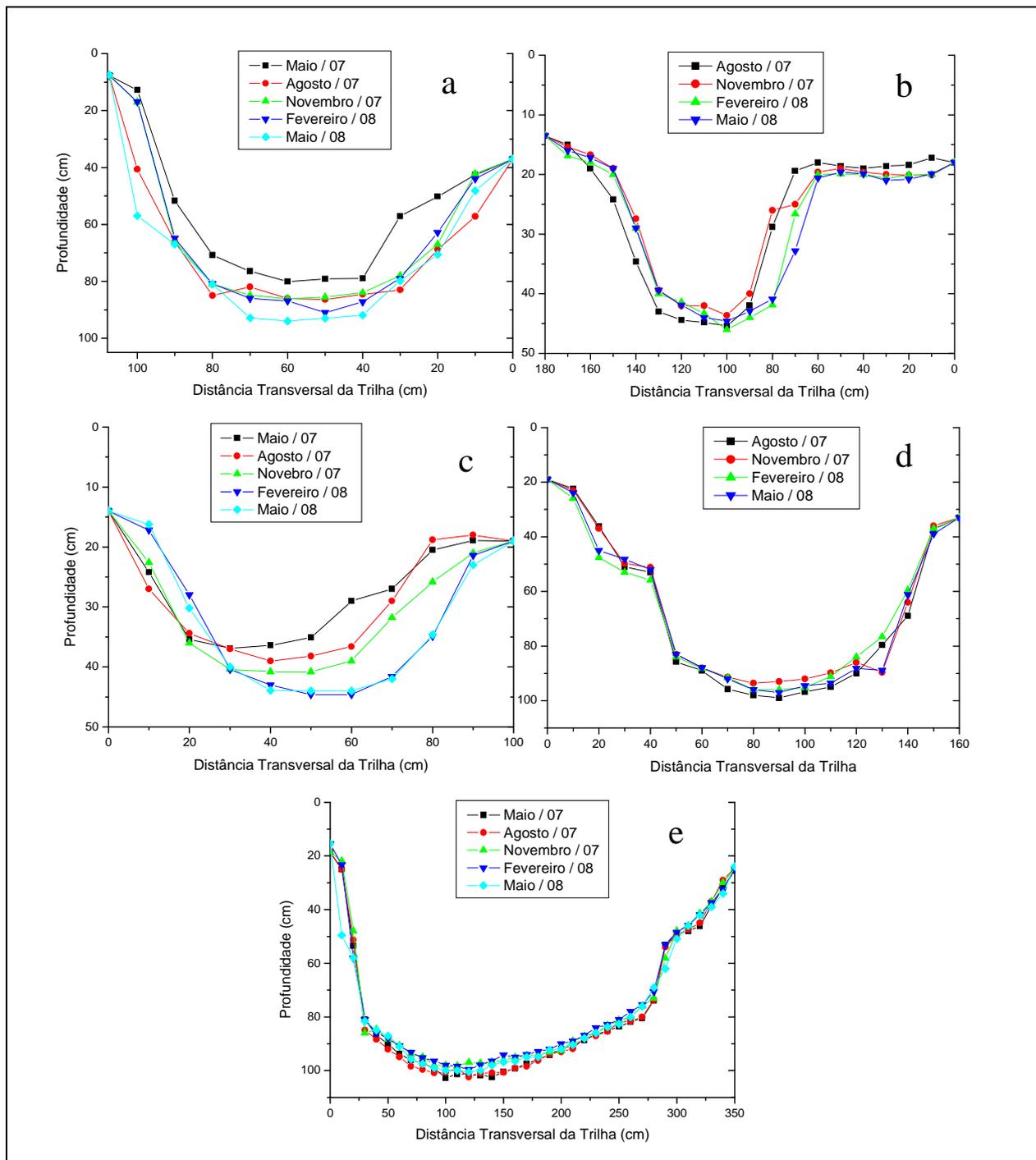


Figura 5: Perda e acúmulo de sedimentos nos cinco pontos de monitoramento da Trilha da Cachoeira do Sobrado.

Outro aspecto muito importante diz respeito aos tipos de uso que a trilha é submetida. Segundo Marion & Olive (2006), trilhas cujo uso está concentrado em atividades de caminhada e ciclismo, geralmente tendem a apresentar pouca degradação relacionada à atividade erosiva, se comparada a trilhas onde há presença constante de cavalos e veículos *off-road*. Na trilha analisada, não foi realizada uma amostragem dos tipos de uso, porém, numa avaliação empírica, baseada em observações realizadas durante trabalhos de campo, foi possível observar a predominância de andarilhos, seguidos em intensidade de ciclistas e cavalos de montaria.

Sendo assim, os dados apresentados sugerem que as perdas de solo por erosão são uma importante variável relativa à compreensão dos efeitos da visitação pública em áreas protegidas. Tal premissa é corroborada por diversos autores (LEONARD & WHITNEY, 1977; COLE, 1983; DELUCA et al, 1998; HAMMITT & COLE, 1998; GODWIN, 2000; JEWELL & HAMMITT, 2000; YODA & WATANABE, 2000; LYNN & BROWN, 2003; MARION & OLIVE, 2006; WHITE et al, 2006), mostrando que as trilhas devem ser constantemente monitoradas, pois podem se tornar vetores de diversos impactos negativos, desvirtuando o sentido de sustentabilidade e conservação de áreas naturais.

4. Considerações finais

Pensando em décadas futuras, as áreas de influência das trilhas poderão se tornar inviáveis para a visitação pública, desviando-se do objetivo primordial da criação e manutenção de áreas protegidas, ou seja, áreas naturais com ecossistemas protegidos, abertas à visitação pública. A ocorrência de focos erosivos sem controle pode colocar em risco a integridade física dos usuários das trilhas, obrigando a administração do Parque a interditar a trilha.

A abertura de novas trilhas não resolveria o problema, pois mantidas as condições físicas que influenciaram os focos erosivos anteriores, as novas trilhas iriam apenas potencializar o problema. A resolução está no contínuo monitoramento das condições físicas

das trilhas, de modo que os dados apurados possam subsidiar as decisões sobre as intervenções necessárias à correta manutenção das condições de utilização pública das trilhas.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Fapemig pelo suporte financeiro (Projeto CRA APQ-3555-5.04/07 - “*Estudos Geoecológicos em Trilhas Ecoturísticas do Parque Nacional da Serra do Cipó, MG*”), o Uni-BH pelo suporte financeiro e logístico, e a administração do Parque Nacional da Serra do Cipó/ICMBio pelo suporte logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. A. **Diagnóstico ambiental em trilhas ecoturísticas: estudo de caso no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG.** 2005. 67 f. Monografia (Graduação em Geografia e Análise Ambiental) - Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2005.

ANDRADE, W. J. **Implantação e manejo de trilhas.** In: Mitraud, S. (org). Manual de ecoturismo de base comunitária: ferramentas para um planejamento responsável. WWF-Brasil, Brasília, p. 247-259. 2003.

COLE, D. N. **Assessing and monitoring backcountry trail conditions.** Research Paper INT-303. U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, 10p. 1983.

COLE, D. N. & SCHREINER, G. S. **Impacts os backcountry recreation: site management and rehabilitation – an annotated bibliography.** General Technical Report INT-121. U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, 58p. 1981.

DELUCA, T. H.; PATTERSON IV, W.A.; 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.

DUFFEY, E. The effects of human trampling on the fauna of grassland litter. **Biological Conservation**. v. 7, n. 4, p. 255-274. 1975.

GODWIN, I. C. P. **Physiographic components of trail erosion**. 2000. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Terra) – Montana State University, Bozeman, 2000.

HAMMITT, W. E. & COLE, D. N. **Wildland recreation: ecology and management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 361p.

JEWELL, M. C. & HAMMITT, W. E. **Assessing soil erosion on trails: A comparison of techniques**. In: Cole, D. N.; McCool, S. F.; Borrie, W. T.; O'Loughlin, J. (comps.). *Wilderness science in a time of change conference-Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management*; 1999 May 23-27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, p.133-140. 2000.

LECHNER, L. Planejamento, implantação e manejo de trilhas em unidades de conservação. **Cadernos de Conservação**. v. 3, p. 1-123. 2006.

LEONARD, R. E. & WHITNEY, A. M. **Trail transect: a method for documenting trail changes**. Forest Service Research Paper NE-389. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North-Eastern Forest Experiment Station, Upper Darby, 8p. 1977.

LYNN, N. A. & BROWN, R.D. Effects of recreational use impacts on hiking experiences in natural areas. **Landscape and Urban Planning**. v.64, p.77-87. 2003.

MARION, J. L. & COLE, D. N. Spatial and temporal variation in soil and vegetation impacts on campsites. **Ecological Applications**. v. 6, n. 2, p. 520-530. 1996.

MARION, J. L. & OLIVE, N. **Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and recreational area**. Final Research Report. U. S. Dept. of the Interior, U. S. Geological Survey, National Park Service, Patuxent Wildlife Research Center, Virginia Tech Field Unit, Blacksburg, 80p. 2006.

PICKERING, C. M. & HILL, W. Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia. **Journal of Environmental Management**. v.85, p.791-800. 2007.

THERRELL, L.; COLE, D. N.; CLAASSEN, V.; RYAN, C.; DAVIES, M. A. **Wilderness and backcountry site restoration guide**. U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service Technology and Development Program. Missoula, 394p. 2006.

YODA, A. & WATANABE, T. **Erosion of mountain hiking trail over a seven-year period in Daisetsuzan National Park, Central Hokkaido, Japan**. In: Cole, D. N.; McCool, S. F.; Borrie, W. T.; O'Loughlin, J. (comps.). *Wilderness science in a time of change conference-Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management*; 1999 May 23-27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, p.172-178. 2000.

WHITE, D. D.; WASKEY, M. T.; BRODEHL, G. P.; FOTI, P.E. A comparative study of impacts to mountain bike trails in five common ecological regions of the southwestern U.S. **Journal of Park and Recreation Administration**. v.24, n.2, p.21-41. 2006.