

Estudos Geoecológicos Aplicados ao Manejo da Trilha das Macaúbas na Floresta Nacional de Ritópolis – Minas Gerais

Applied Geoecological Studies to the Macaúbas Trail Management in the Ritópolis National Forest – Minas Gerais State, Brazil

Arlon Cândido Ferreira

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal de São João Del-Rei, MG, Brasil
arloncf@gmail.com

Múcio do Amaral Figueiredo

Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal de São João Del-Rei, MG, Brasil
muciofigueiredo@ufs.edu.br

Geraldo Majela Moraes Salvio

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Sudeste de Minas, Campus Barbacena, MG, Brasil
geraldo.majela@ifsudestemg.edu.br

Bruno Henrique Fernandes

Graduado em História
Universidade Federal de São João Del-Rei, MG, Brasil
brunofernandes@ufs.edu.br

Leonardo Cristian Rocha

Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal de São João Del-Rei, MG, Brasil
rochageo@ufs.edu.br

Resumo

Com a saturação do turismo convencional e com o surgimento de novas modalidades de turismo, as áreas naturais protegidas vêm recebendo um fluxo crescente de visitantes para prática do turismo natural (atividade turística que utiliza o Patrimônio Natural como atrativo), tendo como consequência o aumento da pressão dos recursos naturais, ampliando a preocupação com os impactos gerados por tal atividade. Para a prática desse turismo, em quase sua totalidade, as trilhas são utilizadas como ligação e meio de contato entre o homem e a natureza. No entanto, esse contato acaba provocando alguns impactos negativos nas trilhas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o de caracterizar o uso da trilha e avaliar suas condições, bem como propor alternativas de manejo que possam promover o uso sustentável da Trilha das Macaúbas localizada na Floresta Nacional de Ritópolis, Minas Gerais. Para realização desse levantamento, a trilha foi dividida em diversos segmentos nos quais foram utilizadas três metodologias: AST - Área Seccional Transversal; Penetrometria; Tabela de Indicadores. Os dados obtidos permitiram avaliar os impactos causados pelo uso da trilha, tais como: compactação do solo do leito da trilha; perda de solo no leito da trilha; danos na vegetação e borda da trilha, entre outros indicadores. Assim, são propostas algumas alternativas de manejo para diminuição e mitigação dos impactos causados na trilha.

Palavras-chave: Áreas protegidas; manejo de trilhas; ecoturismo.

Abstract

With the saturation of conventional tourism and the rise of new kinds of tourism, some protected areas have been receiving and increasing flow of visitors for the practice of natural tourism (tourist activity which uses the natural heritage as an attraction), resulting in the increase of the pressure on natural resources, maximizing the concern over the impacts produced by such activity. For the practice of this kind of tourism, the trails are almost entirely used as a link and means of contact between man and nature. However, this contact ends up causing some negative impacts on the trails. Therefore, the objective of this study was to characterize the use of the trails and evaluate their conditions as well as propose management alternatives that can promote the sustainable use of the Macaúbas Trail, located in the Ritópolis National Forest, Minas Gerais State, Brazil. To perform this survey, the trail was divided into several segments in which three methods were used: CSA - Cross Sectional Area; Penetrometry; Indicators chart. The obtained data allowed the evaluation of the impacts caused by the use of the trails, such as: the compaction of soil in the trail bed, the loss of soil in the trail bed, the damage to the vegetation and to edge of the trail. Thus, some management alternatives are proposed in order to reduce and mitigate the impacts on the trails.

Keywords: Protected Areas, trail management, ecotourism.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do turismo em áreas naturais protegidas tem aumentado nos últimos anos, principalmente a partir da década de 1980. Para a prática dessas atividades, as Unidades de Conservação (UCs) estão sendo cada vez mais utilizadas. Em 2000, o Ministério do Meio Ambiente implantou a Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e que serve de base legal para a gestão dessas áreas. Além disso, essa lei dá suporte a uma efetiva preservação desses espaços naturais e possibilita, em determinados ambientes, a contemplação das paisagens preservadas por meio das práticas de turismo, em conformidade com condutas conservacionistas e preservacionistas.

Para ter acesso a essas diversas paisagens e atrativos, o trânsito de pessoas nessas áreas se dá, em sua maioria, através de trilhas existentes para esse fim. Essas trilhas oferecem aos visitantes a oportunidade de desfrutar as áreas de maneira tranquila e possibilita um maior contato e familiaridade com o meio natural. Muito embora as trilhas aproximem o homem da natureza, esse contato pode causar impactos negativos ao ambiente, desde o simples pisoteio na vegetação do entorno, como ocasionar um desequilíbrio ambiental indesejável, o que poderia levar ao comprometimento da sustentabilidade ambiental local ao longo do tempo.

Para a consecução dos objetivos deste trabalho, foram utilizados três indicadores para avaliar o impacto do uso da Trilha das Macaúbas, na Floresta Nacional de Ritópolis, em Minas Gerais. Os indicadores utilizados foram: levantamento de variações nos índices de compactação da superfície do solo (penetrometria) dentro e fora do leito da trilha; monitoramento de perdas ou acúmulos de sedimentos no leito da trilha, verificando o impacto da erosão e discutindo o papel das

formas de uso da trilha – inclui as atividades ecoturísticas e recreacionais, agentes de eventuais modificações na estrutura física superficial do solo e seus prováveis efeitos no ambiente –; coleta de dados para compor uma tabela de indicadores, os quais foram descritos visualmente, considerando a situação predominante nos vários segmentos da trilha.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Vasconcellos (2000), o vocábulo *trilha* é um termo derivado do latim *tribulum* e comunica o significado de caminho, rumo ou direção. De acordo com a autora, ao decorrer dos anos a humanidade vem desbravando esses caminhos e os utilizando para atender às suas necessidades, principalmente a que diz respeito ao deslocamento.

Ao que tudo indica, as trilhas mais antigas surgiram como consequência direta dos movimentos migratórios dos grandes mamíferos, principalmente dos herbívoros, animais obrigados a fugir do inverno rigoroso. O ser humano começou a utilizar-se destas trilhas já presentes na natureza, mas construiu inúmeras outras para finalidades diversas, desde aquelas para simples procura de alimento ou água, como de trilhas para peregrinações religiosas, viagens comerciais e ações militares (FIGUEIREDO et al., 2010).

Com a intensificação do uso das trilhas, principalmente em áreas naturais protegidas, alguns estudos e manuais começaram a ser publicados, destacando-se inicialmente estudos norte-americanos e europeus como, por exemplo, o “Appalachin Mountain Club” (PROUDMAN, 1977) e o “British Trust for Conservation Volunteers” (AGATE, 1983).

Como o turismo em áreas naturais protegidas tem aumentado nos últimos anos e conseqüentemente a preocupação com às questões ambientais, as trilhas vêm sendo utilizadas como meio de contato com a natureza (FONSECA FILHO, 2012).

Para a prática desse turismo, as Unidades de Conservação, ou áreas protegidas, como são internacionalmente designadas, estão sendo implantadas em um número maior a cada dia. Para legislar e gerir as Unidades de Conservação, em 2000 o Ministério do Meio Ambiente implantou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Nesse sistema, as Unidades de Conservação seriam os espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos sob o regime especial de administração, a qual se aplica garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, as Unidades de Conservação são divididas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

As unidades de proteção integral requerem manutenção dos ecossistemas livres das alterações causadas por interferência humana e possui como objetivo básico a conservação da natureza, sendo admitido o uso indireto de seus recursos, através de ações de interpretação e educação ambiental, pesquisas científicas e atividades de recreação conforme previsto em lei (BRASIL, 2000).

As unidades de Uso Sustentável possuem como objetivo básico a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável de parte de seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

As Unidades de Conservação têm como finalidade a preservação e a valorização do meio natural, propondo uma forma de conhecer para preservar. A sua utilização para a visitação pública é prevista e desejável sob o ponto de vista do manejo, pois as diferentes percepções e interesses são proporcionados pelas características únicas presentes em cada unidade de conservação como formações rochosas, vegetação, lagos, rios, sítios de valor histórico-cultural, cachoeiras, entre outros (MAGRO; TALORA, 2006).

As trilhas nas Unidades de Conservação desempenham tanto a função de prover o acesso e oportunidades recreacionistas aos visitantes quanto proteger o recurso (PASSOLD et al., 2006). As trilhas em áreas restritas devem ser primitivas, utilizadas somente para fiscalização e acesso de pesquisadores. Já em áreas onde a visitação é permitida deverão ser bem estruturadas e com atenção especial a minimização de impactos adicionais (LECHNER, 2006). Portanto, seu planejamento e construção devem obedecer a uma série de pressupostos para que atenda tanto as necessidades dos usuários quanto a conservação da área onde está inserida (TORRES et al., 2011). Entretanto, o uso das trilhas para fins de turismo vem provocando alterações no solo tais como a compactação e a erosão (COLE; LANDRES, 1995; HAMMIT; COLE, 1998).

A compactação do solo é definida como diminuição do volume do solo ocasionado por compressão causando um rearranjo mais denso das partículas do solo e conseqüente redução da porosidade (CURI, 1993). De acordo com Takahashi (1998), a compactação dos solos nas trilhas altera sua porosidade em razão da redução do volume de macroporos. Este aumento na compactação eleva a resistência mecânica do solo a penetração de raízes e a infiltração de água, reduzindo a regeneração natural. Magro (1999) afirma que, quando o pisoteio é frequente, o solo é compactado provocando a selagem do mesmo e aumentando sua susceptibilidade à erosão e perda de matéria orgânica.

Erosão é um processo natural responsável pela contínua transformação da paisagem natural ao longo do tempo geológico, sendo uma das variáveis de um conjunto de variáveis ecológicas e ambientais (THORNES, 1985). A erosão depende das características físicas e químicas do solo, do relevo, da drenagem, entre outros (GUERRA, 1999), podendo ser agravado pelas atividades antrópicas.

Sendo assim, a combinação de indicadores e ferramentas básicas é de fundamental importância para o monitoramento dos impactos das trilhas, uma vez que gera informações para a criação de propostas e de estratégias de manejo para as mesmas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, apresentam-se os materiais e os métodos utilizados durante este estudo. Inicialmente situa-se a área de estudo. Em seguida realiza-se a caracterização geral da área em estudo. Logo após faz-se alguns apontamentos sobre as características físicas e biológicas da região em questão. Por fim, aborda-se sobre a etapa de escritório seguida da etapa de campo.

3.1. Área de estudo

A Floresta Nacional de Ritápolis situa-se em área integrante da Fazenda do Pombal, berço do mártir Alferes Joaquim José da Silva – o Tiradentes (GUIMARÃES et al., 2008). Esta importante propriedade foi tombada pelo Patrimônio Histórico em 1971, devido às ruínas da sede e do engenho da Fazenda do Pombal (Figura 01). Em 1999 foi transformada em Floresta Nacional, sendo atualmente administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).



Figura 1: Ruínas do engenho da Fazenda do Pombal.

A Floresta Nacional situa-se no município de Ritápolis na microrregião do Campo das Vertentes. Está localizada na divisa dos municípios de Ritápolis, São João del-Rei e Coronel Xavier Chaves aos 21°03'30" de latitude Sul e 44°16'25" de longitude Oeste. Sua área total é de 89,50 hectares (Figura 2). Sua divisão atual compreende 36,94 ha de floresta estacional semidecidual, 25,93 ha de campo sujo e cerrado, 2 ha de reflorestamento com espécies *Eucalyptus*

saligna, 8,75 ha de área de empréstimo e de botafora, 5,51 ha de sede administrativa e 10,03 ha utilizada pela ferrovia que corta a unidade de conservação.

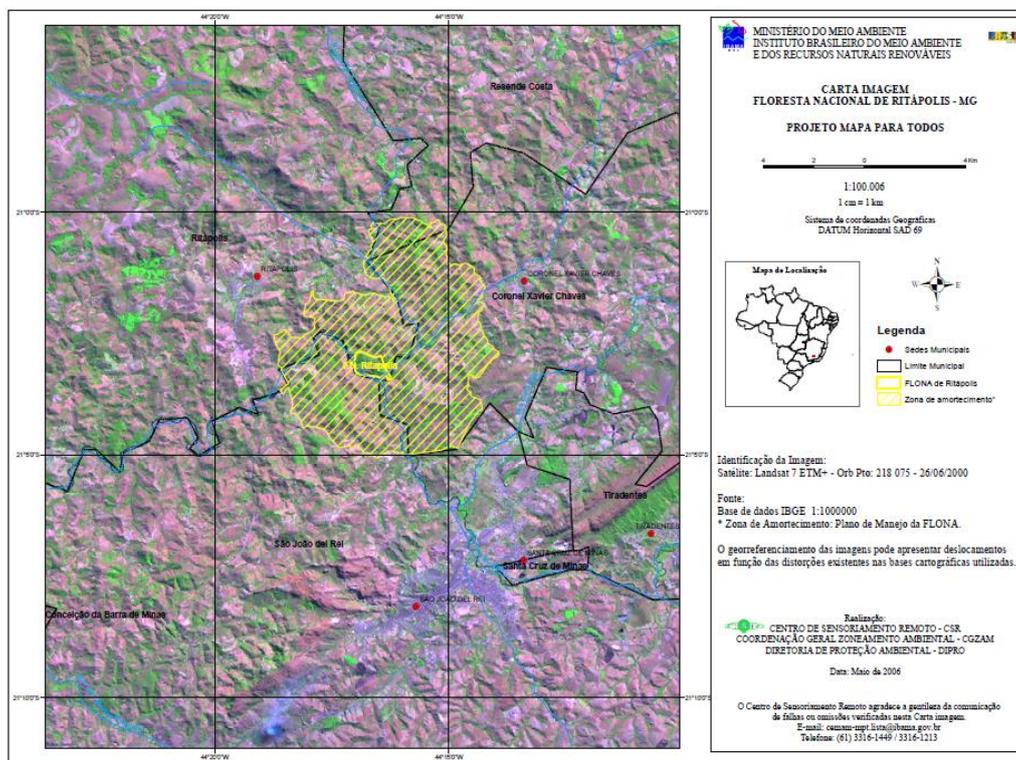


Figura 2: Localização da Floresta Nacional de Ritópolis.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente.

O clima da região é do tipo Cwb (tropical de altitude) segundo a classificação de Köppen com duas estações bem definidas: inverno seco com deficiência hídrica ocorrendo no período de março a setembro e período chuvoso de outubro a março. Sua precipitação anual está em torno de 1.400mm com temperatura média de cerca de 19° C (MIRANDA, 2001).

O relevo da Floresta Nacional de Ritópolis está descrito de acordo com o Projeto RADAM (BRASIL 1983) caracterizado como relevo de desnudação em interflúvios e vertentes. Abrangem também relevos colinosos com vertentes convexas e topos convexizados ou tubulares intercalados por alvéolos. As faixas hipsométricas compreendem a altitude mais baixa de 877 metros na margem do Rio das Mortes e a mais elevada de 971 metros no topo do morro, na área limite da Floresta Nacional de Ritópolis.

A Geomorfologia da Floresta Nacional de Ritópolis e entorno insere-se no Domínio dos Remanescentes de Cadeias Dobradas caracterizada pela presença de vestígios de estruturas com exposição eventuais de seus embasamentos. Região dos Planaltos do Alto do Rio Grande. Unidade Planalto Andrelândia, recortados por um modelado da acumulação fluvial sujeita às inundações periódicas (BRASIL, 1983).

Outro domínio de grande expressão, mais especificamente na região do entrono, é o Domínio do Escudo Exposto. O relevo tem, de maneira geral, um padrão de dissecação homogênea. As áreas rebaixadas são morfologicamente instáveis pela própria presença dos rios e as áreas dissecadas são instáveis, principalmente, pela alteração da rocha e ausência de cobertura vegetal que facilitam o deslizamento de solo e conseqüente processo erosivo (BRASIL, 1983).

A estratigrafia da região de estudo enquadra-se no Grupo São João del-Rei caracterizado por Ebert (1967) como uma zona de estrutura embricada correspondente ao Grupo Andrelândia (micaxistos claros, micaxistos escuros, quartzitos e metarcoseos listrados). Segundo o Projeto RADAM (BRASIL, 1983), a área é representada pelas formações Tiradentes e Prados sendo resultantes de diferenças provenientes de mudanças sedimentares e da variação do grau metamórfico considerado de idade Proterozóico Inferior.

De acordo com o levantamento realizado para a confecção do Plano de Manejo, foram identificados Latossolos (vermelho-amarelo), Nitossolos, Argissolos, Cambissolos e Neossolos Flúvicos (BRASIL, 1983).

A Floresta Nacional de Ritópolis é drenada, principalmente, pela área da bacia Hidrográfica do rio Santo Antônio, importante afluente do rio das Mortes. A presença desses cursos d'água também influencia na composição florística local, permitindo a presença de espécies mais exigentes em umidade ao longo de seu vale.

A Floresta Nacional de Ritópolis localiza-se na macrorregião central do estado de Minas Gerais em uma região ecotonal divisória de Floresta Estacional Semidecidual de Mata Atlântica e Cerrado *sensu lato* (BRASIL, 2005).

Predominam na Floresta Nacional de Ritópolis as seguintes formações:

- Floresta Estacional Semidecidual: caracterizada como sendo uma formação vegetal nativa com caráter predominantemente descontínuo, entremeada, em alguns trechos, por cerradões e cerrados, campos rupestres e matas ciliares (IBAMA, 2002). Na Floresta Nacional de Ritópolis esses fragmentos apresentam tipologias fisionômicas distintas que se diferenciam pelo estágio sucessional, tendo um fragmento em estágio de regeneração intermediária e pequenos fragmentos em estágio pioneiro de regeneração.
- Campo Sujo/Cerrado: é a forma do cerrado que, além do estrado herbáceo semi-arbustivo, contém arbustos ou árvores muito esparsas, às vezes representando cerrados degradados por sua transformação em pastos cuja reconstituição natural foi incompleta (AB'SABER et al., 1997). Na Floresta Nacional de Ritópolis essa tipologia ocupa em torno de 30% da unidade

em áreas de solo arenoso, topos de morro e nas encostas, sendo algumas das espécies *Acrocomiaaculeata*, *Schinus Terebintifolius*, *Platypodiumelegans* e *Machaeriumvillosum*.

- Área de reflorestamento: *Eucaliptus saligna*.

No levantamento da vegetação arbórea da Floresta Nacional de Ritápolis foram amostradas 128 espécies vegetais distribuídas em 32 famílias. 102 espécies foram identificadas pelo menos ao nível de gênero, 02 (duas) ao nível de família e 24 espécies não foram identificadas. As famílias mais representativas em número de espécies foram *Leguminosae* com 19 sp., *Myrtaceae* com 12 sp., *Lauraceae* com 10sp., seguidas por *Bignoniaceae* com 6 sp., *Euphorbiaceae* com 5 sp., *Anacardiaceae*, *Melastomataceae*, *Annonaceae* e *Rubiaceae* com 4 sp., cada *Meliaceae* e *Myrcinaceae* com 3 sp.,. (BRASIL, 2005).

Apesar de ser uma área relativamente pequena de fragmento de vegetação florestal e de ser cercada por áreas de pasto e culturas anuais, a Floresta Nacional de Ritápolis tem uma representatividade zoológica com 38 espécies de mamíferos (7,3% das espécies correntes no Brasil), 136 espécies de aves (8,1% do total das espécies de aves encontradas no Brasil), 13 espécies de répteis e 86 espécies de peixes. No entanto, devido à proximidade do núcleo urbano e às atividades de pecuária ao redor, observa-se a presença de espécies exóticas tais como cachorros e gatos domésticos, vacas, cavalos, entre outros (BRASIL, 2005).

A Floresta Nacional de Ritápolis possui três trilhas: Trilha das Macaúbas, Trilha da Ferrovia e Trilha do Rio das Mortes. As trilhas das Macaúbas e Ferrovia atualmente são utilizadas como recurso didático-pedagógico para o ensino e a prática de Educação Ambiental visando os significados e as características do ambiente. A trilha do Rio das Mortes atualmente está desativada por ser rota de fuga de pescadores e caçadores que invadem a unidade de conservação.

Para a realização desse estudo foi selecionada a Trilha das Macaúbas, a mais utilizada na Unidade de Conservação (Figura 3). Com extensão de aproximadamente 700 metros, a trilha das Macaúbas tem características que tornam o seu grau de dificuldade médio (caracterizado por alguns trechos técnicos e também por algumas subidas). A trilha tem uma diversidade grande de cenários interessantes para a interpretação ambiental, apresentando áreas relativamente conservadas e/ou em estado de regeneração com abundância de espécies de Cedro, Jacarandá, Copaíba, entre outros.

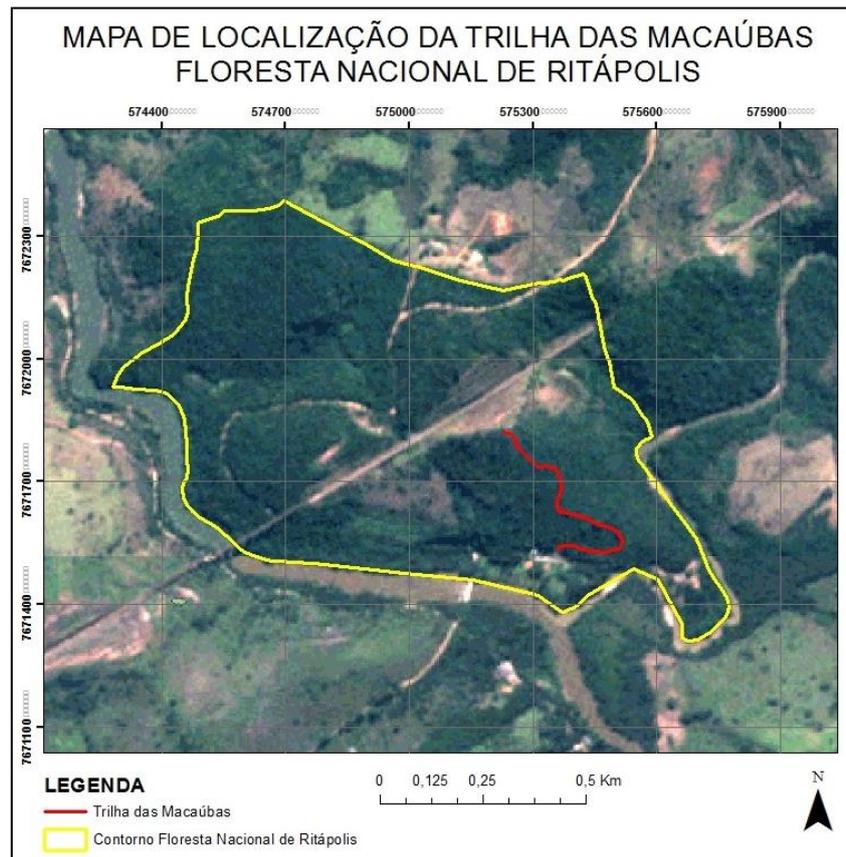


Figura 3: Mapa de localização da Trilha das Macaúbas.

3.2. Etapas

3.2.1 Levantamento Bibliográfico

Esta etapa envolveu a compilação bibliográfica referente à área de estudo contemplando literatura sobre a problemática do assunto. O levantamento bibliográfico foi realizado em publicações nacionais e internacionais bem como em órgãos públicos e privados.

Para a realização dos trabalhos de campo foi solicitado o cadastro do projeto no Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade (SISBIO), instrumento do ICMBio para pesquisa na área de estudo, sendo emitida a licença número 41422-1, em 15/10/2013.

Nesse período também constituiu a adaptação dos procedimentos metodológicos e confecção de indicadores utilizados por Magro (1999) e Barros (2003) durante seus estudos sobre o Parque Nacional do Itatiaia-RJ nos quais utilizaram alguns indicadores para avaliar os impactos nas trilhas.

3.2.2 Etapa de Campo

Na etapa de campo foi realizado o reconhecimento da área de estudo e posteriormente foi feita a aplicação das seguintes metodologias, em duas etapas de coleta, sendo a primeira em novembro de 2013 e a segunda em maio de 2014.

3.2.3 AST – Área Seccional Transversal

Para o monitoramento dos acúmulos e/ou perdas de solo no leito das trilhas, foi realizado o Cálculo da Área Seccional Transversal (AST). A trilha foi mapeada com o auxílio de um GPS e uma trena de 30 metros, totalizando um trajeto de 700 metros.

Para melhor acompanhamento, foram selecionados pontos ao longo da trilha, sendo escolhidos oito pontos na trilha das Macaúbas. Esses pontos foram escolhidos a partir do início da trilha, de 100 em 100 metros até o final.

O monitoramento das perdas e/ou acúmulos de solo no leito das trilhas foi realizado por meio do cálculo da Área Seccional Transversal (AST) do leito da trilha (COLE, 1983; MARION, LEUNG; NEPAL, 2006). Esse método consiste na instalação do aparato composto pela fixação de dois piquetes (pontos fixos) um de cada lado da trilha, nos locais de monitoramento, tomam-se os mesmos como referência de fixação horizontal da linha da trena (Figura 04); estende-se a trena entre os dois piquetes amarrando-os nos mesmos, assim estabelecendo um transecto; utiliza-se uma régua de nível para obter o nivelamento horizontal da linha da trena e em intervalos iguais a 10 cm de extensão mede-se, para cada intervalo, a altura entre a linha e a superfície da trilha. Tudo é devidamente anotado em caderneta de campo.

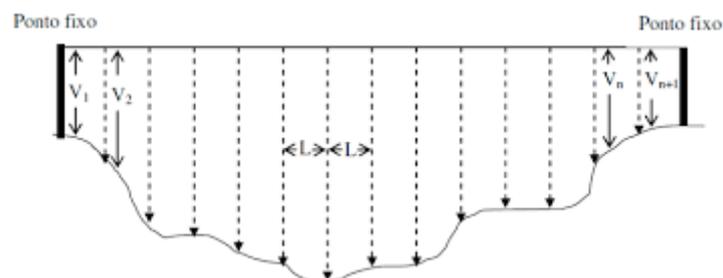


Figura 4: Exemplo de fixação da linha horizontal para cálculo da AST, tendo como ponto fixo piquetes ou caules de plantas laterais da trilha.

Fonte: Cole (1983).

Após a coleta de campo, utiliza-se a fórmula descrita por Cole (1983) para obtenção do resultado da AST, em cm², e da progressão da incisão realizada pela erosão no leito da trilha. O Cálculo é expresso da seguinte forma (COLE, 1983):

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

Onde:

A = Área Seccional Transversal (AST).

V₁ - V_{n+1} = Medidas verticais começando em V₁ e terminando em V_{n+1}.

L = Intervalo horizontal entre as medidas verticais.

3.2.4 Penetrometria

Para a obtenção das medidas das taxas de compactação do solo foi utilizado um penetrômetro de cone com anel dinamométrico da marca Solotest. Foram feitas medições no leito da trilha (área impactada) e a 30cm de distância de cada borda da mesma (área de controle) com três repetições de penetrometria para cada local analisado, finalizando um valor único através de cálculo de média aritmética para cada local escolhido (FIGUEIREDO et al., 2010), sendo os pontos de coleta de dados os mesmos escolhidos para a realização dos cálculos da AST. A fim de uma leitura mais fiel dos dados, posicionou-se o penetrômetro verticalmente, pressionando-o contra o solo de forma contínua até que o cone penetrasse inteiramente no solo. Os dados foram coletados em kgf (quilograma-força), sendo a resistência de penetração (qc em kgf/cm²) obtida por meio da divisão e da carga de penetração (em kgf) pela área da base do cone (em cm²). Sendo o diâmetro do cone 28,4mm, a área da base será 6,33cm² (FIGUEIREDO et al., 2010). Os valores finais foram transformados em MPa (megapascal) com a finalidade de padronizar os dados com esta unidade de medida utilizada internacionalmente.

3.2.5 Tabela de indicadores

Durante os trabalhos de campo foram coletados dados para compor os indicadores da trilha conforme procedimento adaptado de Magro (1999) e de Barros (2003). Esses indicadores servirão como parâmetro do comportamento dos visitantes nas trilhas (Tabela 01), a seguir:

Tabela 1: Tabela de indicadores verificados na Trilha das Macaúbas.

Indicadores	Verificadores	Descrição	Presença
Condições da Vegetação	Pisoteio de vegetação fora da trilha	Marcas de pisoteio sobre a cobertura vegetal (esmagamento, quebra)	Sim Não
	Incêndio	Marcas de fogueira, resquício de fogueiras, pedras enegrecidas, presença de carvão ou restos de cinzas	Sim Não
	Solo nu fora da trilha	Presença de solo nu fora da trilha. Barranco não é considerado.	Sim Não
	Vegetação Degradada	Arrancamento, quebra por ação antrópica ou ações naturais	Sim Não
Condição do leito da trilha	Canal	Presença de canal utilizada como leito principal	Sim Não
	Erosão lateral	Presença de processo erosivo na borda da trilha	Sim Não
	Exposição de pedras	Presença de afloramentos ou rochas roladas	Sim Não
	Má drenagem	Deficiência da trilha em escoar a água das chuvas	Sim Não
	Profundidade	Medida vertical da maior profundidade do canal, tomada a partir de uma linha horizontal esticada entre as duas extremidades da trilha	Cm
	Largura	Medida tomada entre as laterais da trilha	Cm
	Risco de escorregamento	Presença de degraus sem manutenção, afloramentos rochosos com presença de solo, etc.	Sim Não
	Risco fatal	Presença de áreas de desmoronamento, rolamento de rochas, travessia de vias (rodovia, ferrovia, curso d'água).	Sim Não
Danos	Vandalismo em estrutura	Vandalismo em estruturas presentes (placas, corrimões, degraus)	Sim Não
	Árvores com danos	Árvores com marcas de iniciais (letras), pregos, galhos com cicatrizes.	Sim Não
	Inscrições em rochas	Inscrições de qualquer natureza presentes em rochas (letras, desenhos, pichações)	Sim Não

Fonte: Adaptado de Magro (1999) e Barros (2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo estão divididos em três subseções. A primeira delas disserta-se sobre a área seccional transversal, a segunda sobre a penetrometria e a terceira sobre a tabela de indicadores.

4.1 AST – Área Seccional Transversal

A respeito do cálculo para verificar a perda e/ou acúmulo de solos no leito da trilha, foram realizadas duas etapas de coleta de dados. Com base na tabela 2, é possível perceber que houve somente perda de área de solo nos pontos monitorados.

Tabela 2: Resultado dos Cálculos de AST – Trilha das Macaúbas.

Ponto	AST – 1ª Etapa	AST – 2ª Etapa	Diferença de AST entre coletas
	(cm ²) Novembro/2013	(cm ²) Maio/2014	
01	405	600	195
02	690	1310	620
03	530	820	290
04	715	1080	365
05	480	1085	605
06	715	1320	605
07	875	1300	425
08	1130	1710	580

Fonte: Autores.

Essa perda de solo foi calculada a partir da diferença entre os resultados da 1ª e 2ª coleta. A 1ª coleta representa o estado inicial do leito da trilha antes das análises e a 2ª segunda coleta representa a perda durante o período de monitoramento.

De acordo com os dados coletados, percebeu-se que todos os pontos perderam área de solo durante o período de monitoramento, uma vez que alguns apresentaram mais perda do que outros (Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 e 12).

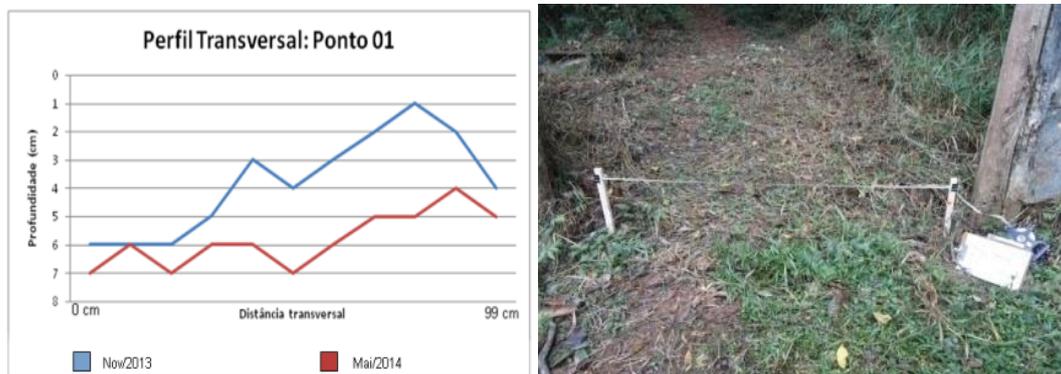


Figura 5: Perfil Transversal do Ponto 01 – Trilha das Macaúbas.

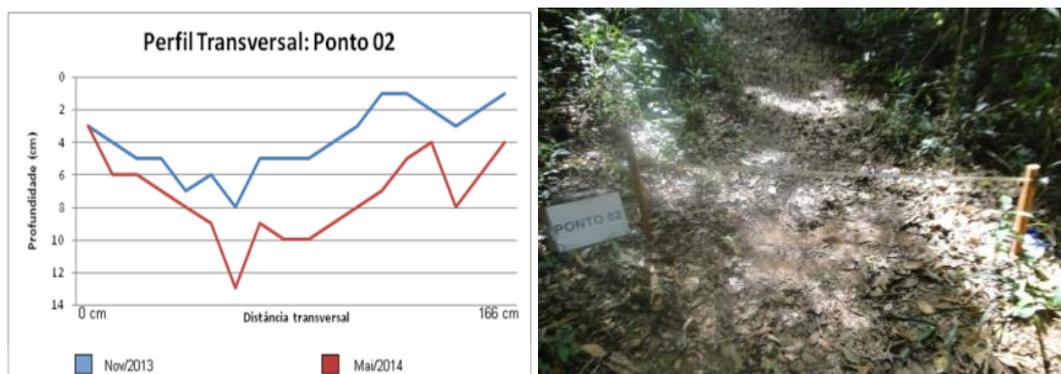


Figura 6: Perfil Transversal do Ponto 02 – Trilha das Macaúbas.

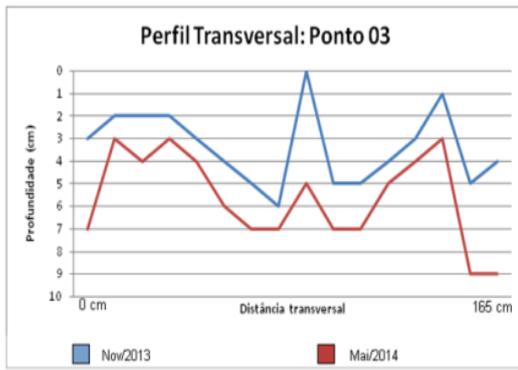


Figura 7: Perfil Transversal do Ponto 03 – Trilha das Macaúbas.

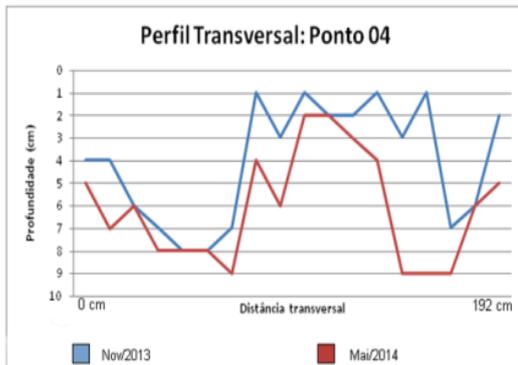


Figura 8: Perfil Transversal do Ponto 04 – Trilha das Macaúbas.

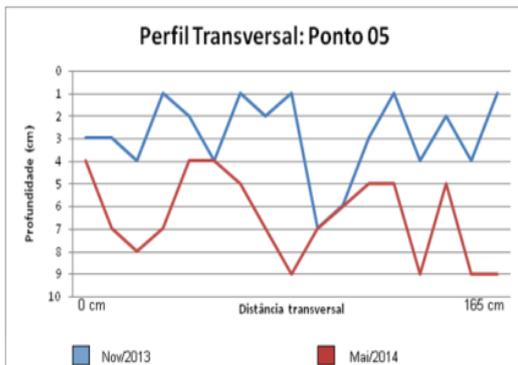


Figura 9: Perfil Transversal do Ponto 05 – Trilha das Macaúbas.

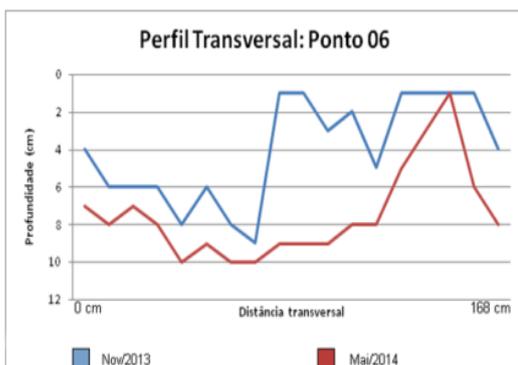


Figura 10: Perfil Transversal do Ponto 06 – Trilha das Macaúbas.

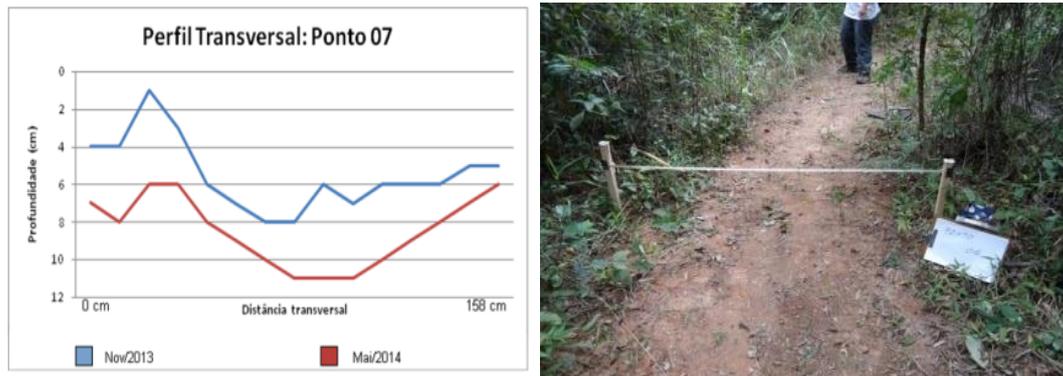


Figura 11: Perfil Transversal do Ponto 07 – Trilha das Macaúbas.

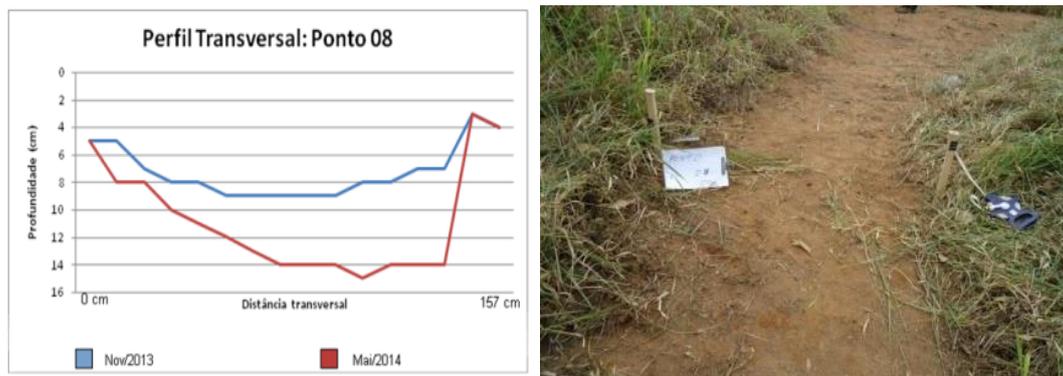


Figura 12: Perfil Transversal do Ponto 08 – Trilha das Macaúbas.

Os pontos 02, 05, 07 apresentaram uma perda de área de solo maior. Esse fato está relacionado aos índices pluviométricos do local e, principalmente, à declividade em que eles se encontram. Conforme Schelhas (1986), a presença da trilha altera o padrão de circulação da água fazendo com que o solo deixe de absorver grande porcentagem da água que, por sua vez, passa a escorrer preferencialmente ao longo da superfície “lisa” da trilha, provocando o deslocamento de partículas de solos, aumentando, então, a erosão. Sendo assim, quanto maior a declividade do terreno maior a velocidade da água e maior será a quantidade de partículas deslocadas.

O ponto 01, (Figura 13), apresenta pouca perda de solo devido a sua pouca declividade e à presença de vegetação a qual retém partículas de solo. Entretanto, é observado o pisoteio da vegetação que, segundo Souza et al. (2008), acaba destruindo as plantas por choque mecânico direto eliminando, então, as espécies que não são adaptadas para suportar esse choque mecânico.



Figura 13: Acesso à trilha das macaúbas.

O ponto 08 apresentou perda de 580 cm² de solo. Essa perda se deve à constante intervenção antrópica do local. Esse ponto está localizado no final da Trilha das Macaúbas, local que serve de mirante para observação da paisagem ao redor. Devido a essa peculiaridade, é periodicamente limpo. Essa limpeza, realizada com ferramentas manuais, além de remover a vegetação desprende grande quantidade de solo (Figura 14).



Figura 14: Intervenção antrópica (capina) no ponto 08 – Trilha das Macaúbas.

4.2 Penetrometria

A penetrometria do solo foi realizada dentro e fora do leito da trilha das Macaúbas, conforme procedimentos descritos por Almeida (2005). Para a realização da penetrometria, foram selecionados oito pontos próximos aos locais onde foram realizadas as medidas da Área Seccional Transversal. Em cada ponto realizou-se três medições, sendo a primeira no leito da trilha e as outras duas a 30 cm a partir da borda.

A penetrometria é uma importante ferramenta para medir a compactação do solo, processo pelo qual partículas do solo e agregados são rearranjados, tendo esses últimos suas formas e tamanhos alterados. Esse rearranjo resulta no decréscimo do espaço poroso e no aumento da densidade (HANZA; ANDERSON, 2005).

A compactação nos solos em áreas naturais, alvo de recreação, educação ambiental, entre outros, resulta do pisoteio de visitantes e animais e do uso de veículos como bicicletas, motocicletas, automóveis, etc que causam compactação no solo (GUALTIERI-PINTO et al., 2008).

No levantamento de campo observou-se que na Floresta Nacional de Ritópolis não é autorizado o uso de qualquer tipo de veículo nas trilhas. Dessa forma, a circulação acontece somente a pé. Conforme a figura 16 observa-se que os pontos 02, 03, 04, 05, 06 e 07 apresentaram os menores índices de compactação. Esse menor índice pode estar relacionado à grande presença de serrapilheira no leito da trilha (Figura 17). Segundo Barros e Dines (2000), a presença de serrapilheira em trilhas é um importante indicador de qualidade, pois a mesma minimiza os impactos relacionados à erosão e à compactação.

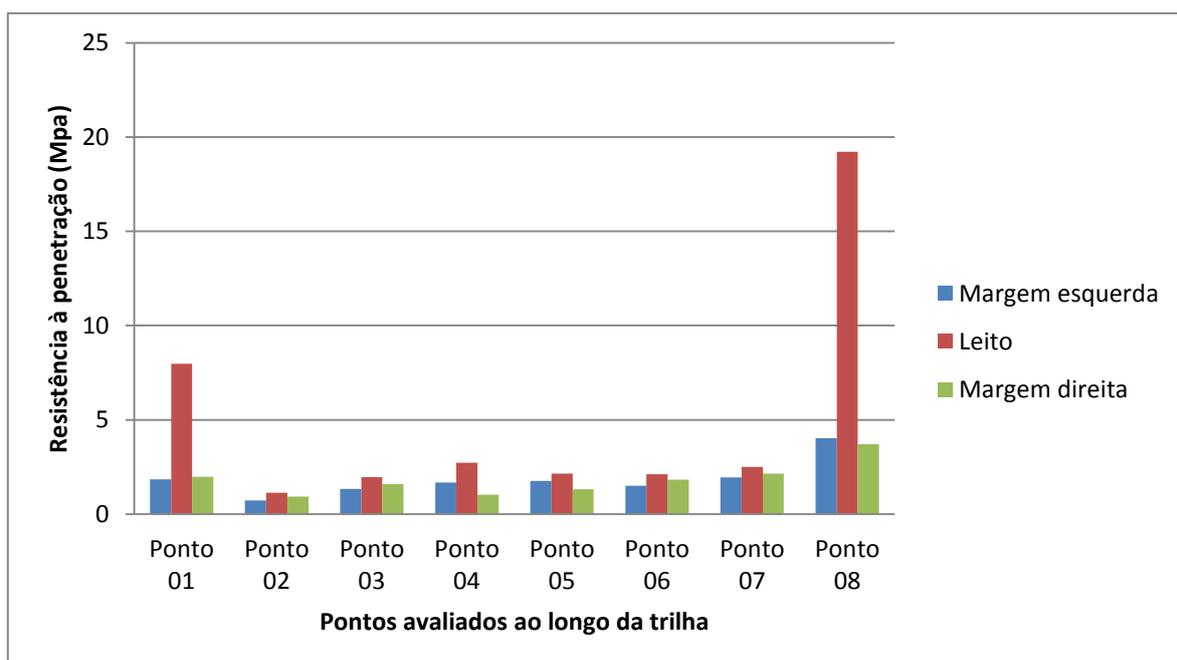


Figura 16: Variações nos índices de penetração (penetrometria) ao longo da Trilha das Macaúbas.



Figura 17: Presença de Serrapilheira.

Os pontos 01 e 08 foram os pontos que apresentaram o maior índice de compactação. O ponto 01 é o ponto inicial da Trilha das Macaúbas (trilha estudada) e da Trilha da Ferrovia. O ponto 08, atualmente, é utilizado como mirante para observação da paisagem. Em ambos os pontos foram observados a falta de serrapilheira e de grande carga de pisoteio que, segundo Teixeira et al. (2013), quanto maior a incidência de passos menor será a cobertura vegetal sobrevivente e maior será o impacto.

4.3 Tabela de indicadores

Durante os trabalhos de campo foram coletados dados para compor a tabela de indicadores da trilha (Tabela 03).

Tabela 03: Indicadores verificados nos pontos analisados – Trilha das Macaúbas

INDICADORES	VERIFICADORES	PONTOS DE ANÁLISE															
		Ponto 01		Ponto 02		Ponto 03		Ponto 04		Ponto 05		Ponto 06		Ponto 07		Ponto 08	
		Nov 2013	Mai 2014	Nov 2013	Mai 2014	Nov 2013	Mai 2014	Nov 2013	Mai 2014	Nov 2013	Mai 2014	Nov 2013	Mai 2014	Nov 2013	Mai 2014	Nov 2013	Mai 2014
Condições da vegetação	Pisoteio de vegetação fora da trilha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
	Incêndio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Solo nu fora da trilha	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	Vegetação degradada fora da trilha	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Condições do leito da trilha	Canal	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Erosão lateral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Exposição de pedras	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Má drenagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Profundidade (cm)	08		10		09		09		09		10		11		14	
	Largura (cm)	99		166		165		192		165		168		158		157	
Segurança dos usuários	Risco de escorregamento	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Risco fatal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Danos	Vandalismo em estruturas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Árvores com danos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inscrições em rochas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Legenda: 0 – Não

1 – Sim

Fonte: Autores

Nos pontos 01, 06, 07 e 08 foram verificados pisoteio na vegetação fora da trilha decorrentes da visitação. Segundo Magro (1999), esse pisoteio pode reduzir a biomassa das plantas e a cobertura do solo, ocasionando a diminuição na densidade de herbáceas, de arbustos e de plântulas. O pisoteio pode ainda acarretar a substituição de espécies menos tolerantes por aquelas mais tolerantes ao impacto e outras mudanças como a perda de fauna e biomassa do solo que, com o tempo, tornam-se evidentes e mais preocupantes.

Os pontos 02, 06 e 07 apresentaram solo nu fora das trilhas. Esse solo nu é um indicador importante, pois sinaliza a abertura de trilhas secundárias que geralmente estão relacionadas aos problemas no leito principal (drenagem do solo, formação de lama, exposição de pedras e raízes). Fora da trilha, esse solo nu representa um dano desnecessário à vegetação, além de expor a região e o entorno a outros riscos.

Nos pontos 02, 07 e 08 foi verificada uma vegetação degradada. Segundo Roncero-Siles (2009), essa degradação pode ter ocorrido em decorrência de atividades diretas (dano mecânico causado pela presença antrópica) ou indiretas (mudanças causadas nas propriedades físicas e químicas do solo). Em todos os pontos foi observado a presença de canal, o que indica que todos os segmentos analisados são compostos por pelo menos um leito principal.

Nos pontos 02, 03, 04 e 06 observou-se o risco de escorregamento. Esse risco está associado à presença de rochas soltas no percurso e principalmente à exposição de raízes (Figura 18).



Figura 18: Raízes e rochas expostas.

Não foram observadas marcas de incêndio, de erosão lateral, de má drenagem, de risco fatal, de vandalismo, árvores com danos e inscrições em rochas em nenhum ponto monitorado na Trilha das Macaúbas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação da referida trilha indica que, atualmente, não há uma única ferramenta adequada para avaliar o uso de trilhas ecoturísticas, possibilitando a combinação de diversos indicadores (abrangência multidisciplinar) e diferentes ferramentas para um manejo adequado.

Apesar do pequeno trânsito de pessoas nas trilhas, em comparação a outras Unidades de Conservação sob gestão do ICMBio, a Floresta Nacional de Ritópolis tem recebido, em sua maioria, estudantes da rede pública que utilizam a UC para prática de educação ambiental. Essas visitas ocorrem sob supervisão e acompanhamento dos técnicos do ICMBio. Apesar desse acompanhamento e monitoramento, tais atividades vêm interferindo negativamente nos aspectos ambientais da trilha.

A partir das observações e análise dos dados levantados, os principais resultados alcançados foram:

AST: os dados apresentados sugerem que a perda de área de solo é uma importante variável e pode este diretamente ligado ao rearranjo do solo, o que gera maior desprendimento de partícula de solo e a eliminação da vegetação e o padrão da drenagem presente no local. Para minimizar esse impacto é aconselhável manter a serrapilheira e adequar a rede de drenagem, desviando o escoamento das águas para as laterais das trilhas.

Penetrometria: a compactação do solo, pode se tornar um fator para propagação de desequilíbrios ambientais. Para minimizar esse impacto, orientamos a não retirada da serrapilheira, pois a mesma minimiza o impacto do pisoteio no solo.

Tabela de Indicadores: com relação aos indicadores, sugere-se pequenas alterações, tais como limitação da área de pisoteio nas trilhas, ações educativas voltadas aos usuários, implementação de estratégias adequadas ao manejo (poda, corte, sinalização, distribuição de materiais educativos, orientações) sempre que necessário, entre outras possibilidades.

As alternativas para o manejo da trilha e mitigação dos impactos foram propostas com base nos resultados da avaliação e da compilação bibliográfica realizada em publicações nacionais e internacionais.

Salienta-se ainda a necessidade de que outros levantamentos sejam realizados de forma continuada, assim como o acompanhamento regular destes indicadores, a fim de entender melhor esses processos e propor manejos alternativos para minimizar os impactos. Com referência às

intervenções citadas, sabe-se das dificuldades e da realidade dos gestores da unidade de conservação. No entanto, uma estrutura mínima de monitoramento, bem como manutenção preventiva, é essencial e reflete positivamente para o uso sustentável da trilha, resultando em benefício coletivo.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N.; TUNDISI, J. G.; FORNERIS, L.; MARINO, M. C.; ROCHA, O.; TUNDINI, T.; NOVELLI, Y. S.; WATANABE, S. **Glossário de Ecologia**. São Paulo: FAPESP, 1997. 271p.

AGATE, E. **Footpaths: a practical conservation handbook**. Berkshire: Wembley Press, 1983. 192p.

ALMEIDA, A. A. **Diagnóstico e conservação de trilhas ecoturísticas: estudo de caso no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG**. 2005, 45f. Monografia (Trabalho de Graduação em Geografia e Análise Ambiental) – Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2005.

BARROS, M. I. A. **Caracterização da visitação dos visitantes e avaliação dos impactos ecológicos e recreativos do planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. 2003, 121f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BARROS, I. A.; DINES, M. Mínimo impacto em áreas naturais: uma mudança de atitude. In: SERRANO, C. (Org). **A Educação pelas Pedras: ecoturismo e educação ambiental**. São Paulo: Chronos, 2000. p.47-83.

BRASIL. **Plano de Manejo da FLONA de Ritópolis**. MMA - Ministério do Meio Ambiente/IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Brasília. 2005.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Esta Lei institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, p.14 de 19 de julho, 2000.

BRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folhas SF>23/24 Rio de Janeiro/Vitória; geologia; geomorfologia; pedologia; vegetação; e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL, vol.32. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1983. 780p. + 6 mapas.

COLE, D. N.; LANDRES, P. B. Indirect effects of recreation on wildlife. In: KNIGHT, R. L.; GUTZWILLER, K, J. (Eds). **Wildlife and recreationists: coexistence through management and research**. 1º ed. Washington: Island Press, 1995. p.183-202.

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.

CURI, N. **Vocabulário de Ciência do Solo**. 1º ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.89.

EBERT, H. A. Estrutura pré-cambriana do Sueste de Minas Gerais e áreas adjacentes. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.26, p.42-45, 1967.

FIGUEIREDO, M. A.; BRITO, I. A.; SANTANA, W. A.; ROCHA, C. T. V. Compactação do solo em trilhas de unidade de conservação. **Revista Mercator**, v.9, n.19, p.165-174, 2010.

FONSECA FILHO, R. E. **Qualidade do solo como um geindicador de alterações ambientais no Parque Nacional da Serra do Cipó**. 2012, 119f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

GUALTIERRI-PINTO, L.; OLIVEIRA, F. F.; ALMEIDA-ANDRADE, M.; PEDROSA, H. F.; SANTANA, W. A.; FIGUEIREDO, M. A. Atividade Erosiva em Trilhas de Unidades de Conservação: estudo de caso no Parque Nacional da Serra do Cipó. **E-Scientia**, v.1, p. 25-40, 2008.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 1º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999. p.17-55.

GUIMARÃES, B. M. M.; FILHO, J. A. C.; LEAL, M. C. **Paisagem das Vertentes: Caderno 1**. São João del-Rei: UFSJ. 2008. p.100.

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

HANZA, M.A.; ANDERSON, W. F. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible. **Soil and Tillage Research**. v.80, p.121-145. 2005.

IBAMA – **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Ipanema**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Pedro Canário, ES. MMA – Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2002.

LECHNER, L. Planejamento, implantação e manejo de trilhas em Unidades de Conservação. **Caderno de Conservação**. v.03, n.3, 2006.

MAGRO, T. C.; TALORA, D. C. Planejamento de manejo de trilhas e impactos na flora. In: CONGRESSO NACIONAL DE PLANEJAMENTO E MANEJO DE TRILHAS, 1., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UERJ, 2006.

MAGRO, T. C.; **Impactos do uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. 1999. 135f. Tese (Doutorado em Ciência da Engenharia Ambiental) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MARION, J. L.; LEUNG, Y. F. ; NEPAL, S. K. Monitoring Trail Conditions: new methodological considerations. **The George Wright Forum**, v.23, n.2, p.36-49, 2006.

MIRANDA, E.V. **Plano de Manejo para a Floresta Nacional de Ritópolis – Versão Preliminar**, Viçosa: UFV/DEF. 2001.

PASSOLD, A. J.; WANDEM BRUCK, A.; LECHNER, L. **Plano de Uso público para o Parque Estadual das Lauráceas**. 1º ed. Curitiba: Governo do Estado do Paraná. 2006. p. 366.

PROUDMAN, R. D. **AMC field guide to trail buiding and maintenance**. Boston: Apalachian Mountain Club, 1977. p.192.

RONCERO-SILES, M. F. **Efeitos do pisoteio humano experimental sobre a vegetação em fragmentos de Floresta Pluvial Tropical Atlântica**. 2009, 128p. Tese (Doutorado em Ciências) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SCHELHAS, J. **Construção e manutenção de trilhas**. In: Curso de treinamento e capacitação em gerenciamento de parques e outras áreas protegidas, São Paulo, 22 nov. a 14 Dez., 1986. São Paulo, Instituto Florestal. v.1 (não paginado). 1986.

SOUZA, A. O.; FIGUEIREDO, M. A.; OLIVEIRA, F. F.; ANDRADE, M. A. Pisoteio experimental na vegetação de borda de uma trilha do Parque Nacional da Serra do Cipó – Minas Gerais. In. Simpósio de Áreas Protegidas. 4., 2008, Canela. **Anais...** Canela, 2008.

TAKAHASHI, L. Y. **Caracterização dos visitantes, suas preferências e percepções e avaliação dos impactos da visitação pública em duas unidades de conservação do estado do Paraná**. 1998, 129f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

THORNES, J. B. The Ecology of Erosion. **Geography**, v.70, p.222-235, 2011.

TORRES, E. C.; BERTOLINO, M. I.; VILLA, N. M. Trilha urbana no córrego da mata em Londrina (PR). **Revista Geografia (Londrina)**, v.20, n.2, p.476-214, 2011.

TEIXEIRA, H. W.; SENA, I. S.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. A. Pisoteio experimental na vegetação de borda de uma trilha ecoturística na APA Serra São José – Tiradentes, MG. **Revista Territorium Terram**, v.1, p.123-129, 2013.

VASCONCELLOS, J. M. O; OTA, S. **Atividades ecológicas e planejamento de trilhas interpretativas**. Maringá: Departamento de Agronomia, UEM, 2000.

Trabalho enviado em dezembro de 2015

Trabalho aceito em maio de 2016