

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DO USO PÚBLICO EM UMA TRILHA NO PARQUE ESTADUAL DO PICO DO MARUMBI, MORRETES - PR

Ednilson FEOLA¹

João Carlos NUCCI²

Leonardo José Cordeiro SANTOS³

Resumo

No contexto do aumento da visitação em Unidades de Conservação e suas possíveis transformações do meio físico, o presente visa avaliar os impactos negativos na trilha Noroeste-Abrolhos no Parque Estadual do Pico do Marumbi, ocasionados pelo uso público. Essa avaliação foi realizada por meio de alguns indicadores do meio físico, tais como compactação do solo, erosão, solo exposto, formação de degraus, declividade e cobertura vegetal. A utilização desses indicadores, seguem o método modificados, com base Takahashi (1998) e Magro (1999), sendo possível assim, a verificação da característica dos principais problemas da referida trilha.

Palavras-chave: Unidades de Conservação. Uso público. Impactos negativos. Trilhas.

Abstract

Impacts evaluating of the public use in trail in the Pico of Marumbi State Park, Morretes - PR

Given the increasing visitation to the Conservation Unit and the possible transformation of its biophysical environment, the present work consists of evaluating the negative impact of public use in the Noroeste-Abrolhos trail in the Pico do Marumbi State Park. This was carried out by evaluating indicators of the biophysical environment such as compaction of the soil, erosion, exposed soil, formation of degrees, declivity and vegetation cover. The use of these indicators follows the modified approach based on Takahashi (1998) and Magro (1999), which made it possible to verify the characteristics of the main problems in this trail.

Key-words: Conservation unit. Public use. Negative impacts. Trail.

¹ Geógrafo (DG – UFPR) e-mail canidia_feola@yahoo.com.br

² Biólogo (IB - USP), Doutor em Geografia Física (DG- USP) e professor do Departamento de Geografia da UFPR. e-mail nucci@ufpr.br

³ Geógrafo, Doutor em Doutor em Geografia Física e professor do Departamento de Geografia da UFPR. e-mail santos@ufpr.br

INTRODUÇÃO

As áreas protegidas com objetivo de conservação da natureza e as que possuem relevante interesse paisagístico vêm sofrendo constantemente com os impactos negativos ocasionados pelo aumento da visitação. A procura por essas regiões está associada ao comportamento apresentado pela sociedade contemporânea. De acordo com Takahashi (1997, p.446) e Barros (2003, p.1) essas áreas já estão enfrentando a pressão ocasionada pelo aumento do número de visitantes, aliada muitas vezes, à uma demanda pela diversidade de oportunidades recreativas disponíveis.

No Brasil algumas áreas protegidas são representadas por Parques Nacionais ou Estaduais, sendo denominadas Unidades de Conservação (UC) e, algumas dessas, vêm apresentando aumento significativo no número de visitantes. O Parque Nacional (PARNA) do Itatiaia no Estado do Rio de Janeiro, é um dos exemplos do aumento da visitação, pois, de acordo com o IBAMA (2005), do ano de 1992 a 1999, ocorreu um aumento superior a 20% no número de visitas.

No entanto, o contato com essas áreas, nem sempre é harmonioso. O aumento no número de visitação, estimulado pelo turismo desordenado pode desencadear diferentes impactos na paisagem, tais como depredação de árvores e rochas, danos a flora e fauna, aumento na quantidade de lixo, compactação e erosão do solo e alterações nas trilhas. De acordo com Pagani *et al.*, (2001, p.152), a elaboração de trilhas interpretativas da natureza podem atuar na diminuição dos impactos negativos ocasionado pelo uso público.

Alguns estudos relacionados aos impactos do uso público em UC, têm a trilha como unidade básica de análise. Costa (2003), em sua pesquisa na Serra do Gericinó-Mendanha (RJ), além de fazer uma abordagem teórica sobre os impactos em trilhas, realiza levantamentos da capacidade de carga física, real e efetiva. Zeller (2004), realiza uma abordagem do uso público em uma trilha da Chapada Diamantina (BA), tendo como indicadores de impactos em trilhas os atalhos, carreiros e a erosão.

Na região da Serra do Mar paranaense há uma diversidade de áreas recreativas, tais como Serra do Ibitiraquiere, da Graciosa, do Marumbi, da Prata e da Baitaca, além de um bom sistema de trilhas. Silveira (1992, p.50) ressalta sobre a potencialidade turística da Serra do Mar paranaense, e os possíveis impactos negativos ampliados ao turismo desordenado.

Além das questões relacionadas ao uso público, a própria dinâmica da natureza, colabora para o surgimento desses impactos, dependendo de sua fragilidade. Trabalhos realizados por Takahashi (1998) no Parque Estadual do Pico do Marumbi, Magro (1999) e Barros (2003) no PARNA do Itatiaia, enfatizaram sobre os impactos negativos em trilhas em áreas montanhosas.

Os autores supra citados apresentam em suas pesquisas, uma forte relação entre a visitação e a potencialização desses impactos negativos. Para eles, o pisoteio dos visitantes favorece a compactação e o aumento da erosão em sulco ou lateral ocasiona um aprofundamento ou alargamento da trilha. Além desses impactos, a visitação pode contribuir com a destruição da vegetação da borda da trilha, com também afugenta a fauna.

Nesse contexto, o presente trabalho procurou analisar a trilha Noroeste-Abrolhos no Parque Estadual do Pico do Marumbi (PEPM), localizado no município de Morretes (PR). No PEPM existem quatro trilhas que dão acesso a parte alta, entretanto, foi escolhida a trilha Noroeste-Abrolhos por apresentar maior fluxo de visitantes de todos os caminhos do parque. A situação da trilha foi verificada por meio de indicadores do meio físico, tais como compactação do solo, erosão, solo exposto, formação de degraus, declividade e cobertura vegetal. Esses indicadores seguem o método utilizado por Takahashi (1998) e Magro (1999)

modificado com base em Cole, (1989) Mcween, *et al.* (1996) e Lucas, (1990). Esse método está associado ao VIM-Visitor Impact Management, proposto por Graefe *et al.*, (1990).

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E OS ELEMENTOS DA BASE NATURAL

O Parque Estadual do Pico do Marumbi (PEPM) localiza-se no município de Morretes figura 1, entre o litoral e o primeiro planalto, na vertente oriental da Serra do Mar paranaense, entre as latitudes 25° 30' e 25° 25' Sul e longitude 48° 58' e 48° 53' oeste de Greenwich. Está aproximadamente a 80 km de Curitiba e possui uma área de 2.342 ha. Apresenta altitudes que variam de 300 a quase 1600 m (IAP, 1996, p.4).

Existem três vias de acesso ao parque, a ferrovia Curitiba-Paranaguá, onde os visitantes podem chegar de maneira mais fácil até a Estação Marumbi, situada no Km 65 da ferrovia homônima, ou pelas rodovias PR-410 (Estrada da Graciosa) e BR-277 (Curitiba-Paranaguá), até a Vila de Porto de Cima. No PEPM há quatro trilhas, das quais duas estão abertas ao uso público (Frontal e a Noroeste-Abrolhos). Por estarem inseridas em relevo escarpado, apresentam alta declividade e suas extensões variam de 1,5 a 4 km. A trilha Noroeste-Abrolhos possui comprimento de 1,7 km e um desnível de 700 m. Apresenta forma linear e função mista, ou seja: fiscalização, acesso ao público e de pesquisa.

De acordo com a classificação dos domínios de natureza no Brasil proposto por Ab' Saber (2003) o PEPM está situado na Serra do Mar paranaense no Domínio dos "Mares de Morro" Florestados.

A área do parque esta inserida na folha geológica de Morretes e de acordo com Cordani; Girardi (1967, p.9) há predominância de rochas metamórficas e ígneas de idade pré-cambrianas. Trata-se de migmatitos e outras rochas metamórficas associadas que integram o complexo cristalino. Segundo Oka-Fiori; Canali (1987, p. 42) ocorre, em menor proporção, à presença de seqüências vulcânicas ácidas e seqüências sedimentares.

A Serra do Mar paranaense é uma grande escarpa de falha, que possuem blocos altos e baixos, separados por extensos vale que separou a serra em compartimentos isolados, que recebem denominações locais, tais como Serra do Ibitiraquiere, da Graciosa, do Marumbi, entre outras (MINEROPAR, 2001, p.35).

Bigarella (1978, p. 45) afirma que a Serra do Mar possui um desnível maior na sua face oriental, mas que apresenta taludes íngremes e vertentes abruptas em ambos os lados, esses desníveis passam facilmente os 1000 metros em relação à planície litorânea.

No PEPM ocorrem duas classes de solos: Cambissolos e Neossolos Litólicos. Segundo IAP (1996, p. 28), os Cambissolos representam 44,3% da área total do parque e envolvem solos não hidromórficos, com horizontes A proeminente e horizonte B câmbico. De acordo com EMBRAPA (1999, p. 149) são constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente, com textura franco-arenosa ou mais argilosa.

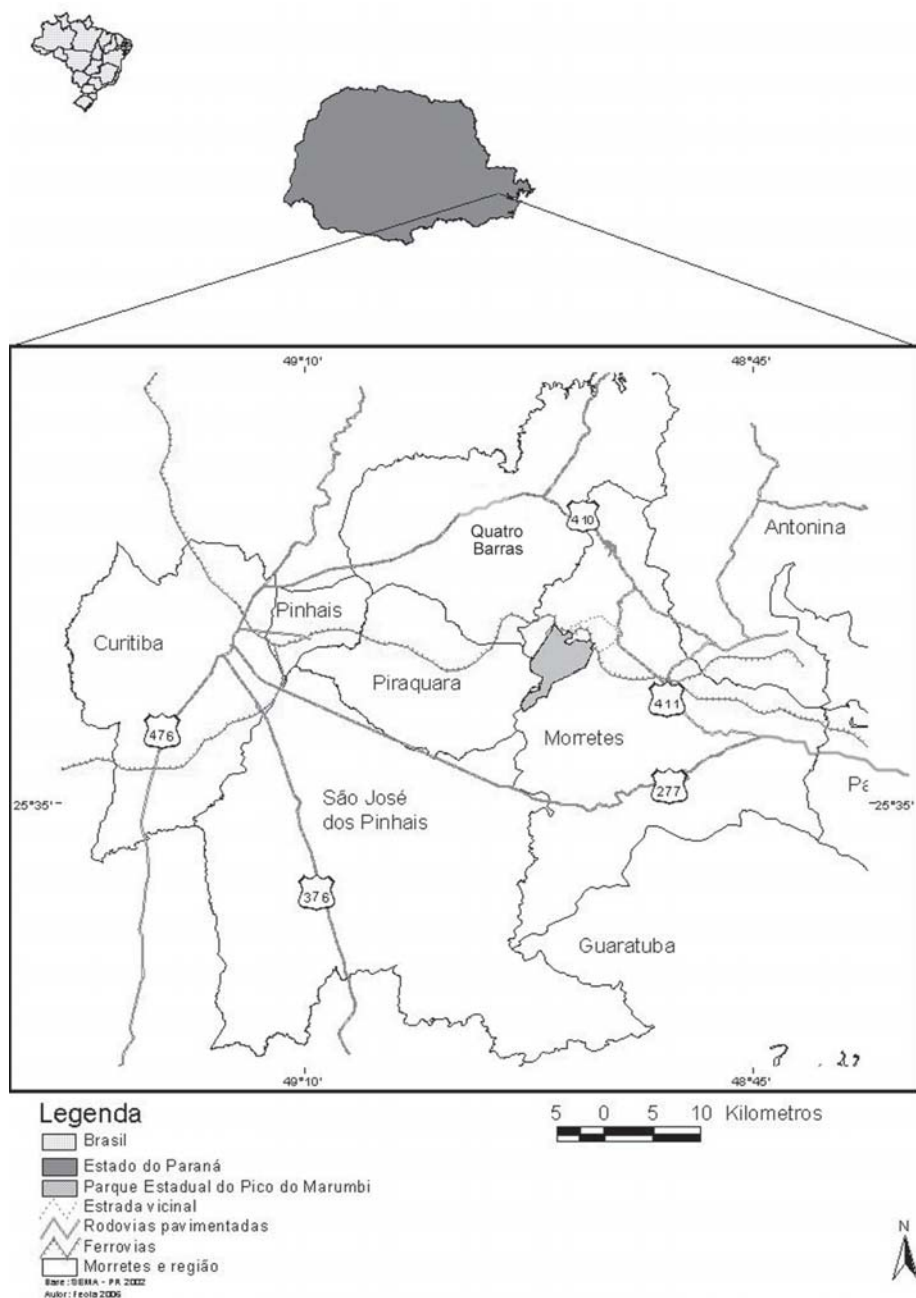


Figura 1 – Localização da área de estudo (Parque Estadual do Pico do Marumbi)

Org: Feola 2006.

A classe dos Neossolos Litólicos representa 18,6% da área do parque e compreendem solos pouco desenvolvidos, ou seja, que estão em início de formação, sendo rasos, com horizonte A de espessura em torno de 16 cm, sobre rocha ou horizonte C. (IAP, 1996, p.28).

As formações vegetacionais no PEPM são bem diversificadas. De acordo com IAP (1996, p.37), as montanhas são quase totalmente recobertas pela Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Refúgios Vegetacionais (Campos de Altitude e Vegetação Rupestre). A Floresta Ombrófila Densa pode ser dividida em Submontana, Montana e Altomontana. De acordo com Struminski (2001, p. 64), a FOD Submontana ocorre no parque abaixo dos 600 m de altitude, representada principalmente por remanescentes alterados da floresta original.

De acordo com Roderjan; Kuniyoshi (1988, p. 20), a FOD Submontana é multiestratificada, com densa e uniforme cobertura, podendo atingir entre 25 e 30 metros, seu interior é muito úmido e mal ventilado, apresentando riqueza em epífitas e espessa camada de serapilheira. Já a FOD Montana surge à medida em que aumenta a altitude e a declividade e o ambiente torna-se frio e mais úmido, situa-se entre 600 a 900-1000 metros. O porte desta floresta varia conforme as condições pedológicas, são mais desenvolvidas nos vales e nos planaltos, seu dossel pode chegar a 20 metros (IAP, 1996, p. 40).

A FOD Altomontana, de acordo com Struminski (2001, p. 67), surge no parque em diferentes altitudes, conforme sua localização, cobrindo totalmente alguns cumes. À medida que aumenta a altitude o porte das árvores torna-se menos desenvolvido e tortuoso, apresentando uma maior densidade de indivíduos por área formando um dossel muito denso e compacto. Próximo aos cumes algumas espécies arbóreas, adaptadas a esse ambiente, passam a apresentar porte arbustivo.

Os campos de altitude aparecem na serra do Marumbi em cotas acima de 1.300 m, em locais onde o solo é extremamente raso para sustentar até mesmo pequenas árvores da floresta altomontana. A fisionomia dos campos de altitudes é caracterizado pela presença dominante de espécies herbáceas, tais como gramíneas, bambus, ciperáceas e pteridófitas (IAP, 1996, p. 43).

METODOLOGIA

A seleção dos indicadores do meio físico (erosão e compactação do solo, solo exposto, formação de degraus, declividade e cobertura vegetal), segue o método utilizado por Magro (1999) e Takahashi (1998), modificado com base em Cole, (1989) Mcewen, *et al.* (1996) e Lucas, (1990). A maioria está associada ao método VIM-*Visitor Impact Management*, proposto por Graefe *et al.*, (1990). O Método VIM, consiste na seleção de alguns indicadores sejam físicos ou sociais, tendo como objetivo a identificação do problema e suas condições, a determinação das causas prováveis do problema e a seleção de possíveis estratégias para amenizar e controlar os impactos. Os indicadores do meio físico foram levantados em trinta e quatro pontos ao longo da trilha Noroeste-Abrolhos (figura 2).

Os locais foram selecionados com auxílio da carta topográfica 1:10.000 (SEMA-PR / 1980) e por meio da observação direta dos locais que apresentassem maior indícios de impactos negativos, ou seja, processos erosivos, depredação de rochas e árvores, presença de lixo, trilha muito larga e atalhos. Os indicadores verificados estão listados a seguir.

Índice de erosão

O índice de erosão foi calculado por meio do transecto da trilha (técnica utilizada por Magro, 1999). O transecto consiste na medida da largura e do desnível da trilha em relação a sua margem, ou área de influência do pisoteio. As medidas foram aplicadas na fórmula do cálculo da Regra do Trapézio. Existem duas maneiras de efetuar o cálculo: no primeiro caso quando as distâncias do perfil (Dx) são iguais, utiliza-se a fórmula número 1; no segundo caso, quando o perfil (Dx) apresenta distâncias diferentes utiliza-se a fórmula 2.

A figura 3 demonstra o desenho do transecto de uma trilha e abaixo está a descrição das fórmulas da Regra do Trapézio.

Por meio desse cálculo chega-se ao índice de erosão, para o qual foi adotado o valor de 0,6 m², como referência de impacto negativo, por representar um valor superior a média geral dos pontos que foi de 0,5 m². Esse índice quando monitorado é de grande importância, pois demonstra o quanto de solo foi perdido, seja por erosão em sulco ou erosão lateral.

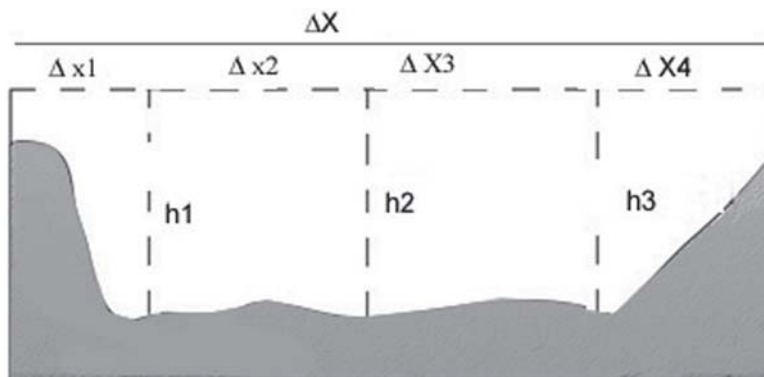


Figura 3 – Transecto de uma trilha

Org: Feola, 2006.

Cálculo do índice de erosão para área:

Formula 1 - Área com a mesma distância: área = $\Delta X \cdot (\Sigma h)$

Formula 2 - Área com distâncias diferentes: área = $\frac{\Delta X1 \cdot h1}{2} + \frac{\Delta X2 \cdot (h1 + h2)}{2} + \frac{\Delta X3 \cdot (h2 + h3)}{2} \dots$

ΔX = Largura da trilha

ΔX1 = Medida 1

ΔX2 = Medida 2

h1 = Altura 1

h2 = Altura 2

Σh = Somatório das alturas

Compactação do solo

A compactação do solo foi verificada por meio de um Penetrômetro (Mitutoyo Shock Proof), equipamento utilizado para medir a resistência mecânica da camada superficial do solo. O penetrômetro possui uma haste e uma ponta de ferro, na parte superior, sendo composto por um dinamômetro. Para realizar a mensuração é necessário deixar o equipamento perpendicular ao solo, e posteriormente exercer uma força para que a ponta penetre nas camadas desejáveis; quando a ponta penetra no solo, é deslocado o ponteiro do dinamômetro, obtendo-se um valor em Kgf/cm². Para este estudo foram analisados os primeiros 10 cm do solo.

Solo exposto

Foram consideradas áreas sob influência direta do pisoteio e com ausência de serapilheira ou matéria orgânica. Esse indicador é relevante, pois, a conservação do solo está associada diretamente sua proteção, tanto pela matéria orgânica quanto pela serapilheira.

Degraus em trilhas

Os degraus em trilha ocorrem com o pisoteio nos “barrancos”, principalmente associados a altas declividades. A presença de degraus foi classificada de acordo com os índices leve, moderado e forte. Essa classificação leva em conta o desnível da trilha em relação ao degrau, ou seja, leves não ultrapassam 10 centímetros de altura, os moderados variam de 10 a 30, já os fortes possuem desnível superior a 30 centímetros. Esse indicador além de evidenciar as transformações ocorridas ao longo do tempo, pode demonstrar ainda o nível de aceitação da trilha por parte dos visitantes.

Declividade paralela

Para obtenção da declividade paralela, medida em graus, foi utilizada Bússola Geológica (Brunton). A bússola foi colocada na superfície do solo, paralela a inclinação e no sentido de caminhamento da trilha. Adotou-se as classes de declividade propostas por (LE MOS; SANTOS, 1996⁴ *apud* MAGRO, 1999), sendo que abaixo de 2 graus a classe de declividade é considerada plana; de 2 a 5 graus é baixa; de 5 a 11 graus, média; de 11 a 24 graus, alta; e acima de 24 graus, muita alta.

A declividade é um bom indicador, pois, associando as classes de declividade, pode-se mencionar que algumas áreas são mais frágeis em relação a outras, ou seja, quando uma área apresenta alta declividade, essa é mais suscetível à erosão em relação à área mais plana.

Largura da trilha

Largura de trilha é a distância tomada entre as duas margens da trilha. De acordo com ANDRADE; ROCHA (1990, p.790), a largura ideal para uma trilha é de 2m, sendo um indicador adequado, pois, valores superiores a 2m, são considerados desnecessários, além de causar maior perda na vegetação de borda.

Cobertura vegetal

Para determinar a cobertura vegetal foi utilizado o método de parcela. Em cada ponto foi instalada uma parcela de 4 m² na qual todos os indivíduos arbóreos com DAP (diâmetro a altura do peito) maior ou igual 5 cm foram considerados. Dividindo-se o valor da somatória dos diâmetros pela área total da parcela chega-se a percentagem de cobertura vegetal. Esse indicador é significativo, pois, dependendo da percentagem que apresenta pode favorecer ou não a proteção do solo em relação às gotas de água da chuva. Foi realizado também a estimativa visual conforme o método proposto por (DAUBENMIRE, 1968 *apud* DURIGAN, 2003, p.466). Foram tiradas fotografias com máquina digital (G-shot D211), de baixo para cima, ou seja, do chão em direção ao dossel, analisadas posteriormente uma a uma, para chegar a um determinado valor relativo.

⁴ LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas, 3^{ed}, SBCS. 1996

RESULTADO E DISCUSSÃO

A trilha Noroeste-Abrolhos possui uma extensão de aproximadamente 1,7 km com desnível de 700 m. Sua forma é linear e seu percurso pode ser realizado em média em 1 h 20. Ela apresenta função mista, ou seja: fiscalização, uso recreativo e de pesquisa.

A discussão dos resultados baseia-se em um primeiro momento em demonstrar as características gerais da trilha e, posteriormente, abordar os pontos que apresentaram os menores e as maiores evidências de impactos negativos além de apresentar uma correlação entre as variáveis.

- a) Índice de erosão: a trilha Noroeste-Abrolhos em 41,1% dos pontos avaliados apresentou índices de erosão igual ou superior a $0,6 \text{ m}^2$, sendo que do total, 14,6% demonstraram valores superiores a $1,0 \text{ m}^2$. Os locais onde foram verificados os maiores índices estão localizados no vale dos Toschines, entre os pontos 21 e 25 (figura 4a). De acordo com os dados listados na tabela 1, é possível verificar que os altos índices de erosão estão associados com a alta declividade e com o solo exposto presente nesse local.
- b) Compactação do solo: a trilha por natureza tem finalidade de deslocamento, com isso é de se esperar que apresente algum tipo de compactação nos primeiros centímetros do solo. De acordo com Roloff (2005), um valor superior a 20 kgf/cm^2 , é considerado como solo compactado. Dos 34 pontos avaliados (tabela 1), 94,1% apresentam solo compactado nos primeiros 10 centímetros, ou seja, possuem valores superiores a 20 kgf/cm^2 . Desse total, 55,87% apresentam o dobro do valor mínimo de compactação (acima de 40 kgf/cm^2). Apenas 2 pontos (28 e 29) possuem valores abaixo de 20 kgf/cm^2 .
- c) solo exposto: quase metade dos pontos avaliados (44%) não possui nenhum tipo de proteção, e aqueles que apresentam ausência de serapilheira ou matéria orgânica geralmente estão associados a elevadas declividades, conforme verificado nos pontos 21 ao 24, (tabela 1).
- d) degraus em trilhas: a maioria dos pontos apresentou degraus variando de moderado a forte, e estão concentrados nos primeiros 800 m da trilha (figura 4b). Os degraus podem ser considerados um fator depreciativo ao visitante, pois, causa maior dificuldade na transposição do terreno.

Tabela 1 – Dados do levantamento de campo na trilha noroeste-Abrolhos

Pontos	Índice de erosão (m) ²	Compactação Kgf/cm ²	Solo exposto	Largura da trilha (m)	Declividade em graus	Cob. Veg (visual) %
1	0,82	36,90	SIM	3,20	7	70
2	0,53	37,89	SIM	2,70	8	70
3	1,21	37,18	SIM	3,63	19	70
4	0,47	43,83	SIM	1,80	12	70
5	1,02	43,83	SIM	4,15	12	60
6	0,14	42,25	SIM	1,00	11	60
<u>7</u>	<u>0,07</u>	<u>42,70</u>	<u>NÃO</u>	<u>0,65</u>	<u>14</u>	<u>80</u>
8	0,64	42,42	NÃO	3,10	19	85
9	0,76	31,81	NÃO	3,85	14	85
10	0,6	58,68	SIM	2,15	35	70
11	0,26	58,82	SIM	1,90	32	80
12	0,15	43,83	NÃO	1,0	30	80
13	0,26	59,38	SIM	1,30	28	70
14	0,13	45,24	SIM	0,55	24	80
15	0,13	42,42	SIM	1,10	24	80
16	0,66	56,56	SIM	3,10	38	70
17	0,34	33,65	SIM	1,10	35	70
<u>18</u>	<u>0,06</u>	<u>52,03</u>	<u>NÃO</u>	<u>0,80</u>	<u>35</u>	<u>60</u>
19	0,14	54,15	NÃO	0,85	30	70
20	0,89	42,98	NÃO	2,40	28	75
21	0,68	53,44	NÃO	1,70	44	80
22	0,65	36,62	NÃO	2,60	40	90
23	1,55	61,93	NÃO	2,40	46	85
24	1,28	50,19	NÃO	2,27	45	85
25	1,28	57,74	SIM	2,45	21	80
<u>26</u>	<u>0,05</u>	<u>32,52</u>	<u>NÃO</u>	<u>1,40</u>	<u>15</u>	<u>70</u>
27	0,23	37,89	NÃO	1,30	25	80
28	0,18	16,26	NÃO	0,80	10	85
<u>29</u>	<u>0,08</u>	<u>18,66</u>	<u>NÃO</u>	<u>0,60</u>	<u>8</u>	<u>0</u>
30	0,49	52,31	NÃO	1,20	14	85
31	0,20	26,92	SIM	1,0	16	70
32	0,60	52,31	NÃO	1,50	32	80
33	0,35	29,41	NÃO	1,0	30	90
34	0,16	28,28	SIM	1,0	5	0

Org: Feola, 2006.

Nota. As marcações em negrito, referem-se aos pontos com maior evidência de impactos negativos.

As marcações sublinhadas, referem-se aos pontos com menor evidência de impactos negativos.



Figura 4 – Algumas características da trilha noroeste-Abrolhos no pepm

Org: Feola, 2006.

- e) declividade: a trilha apresenta em vários pontos declividades muito altas e que perfazem quase 53% dos locais avaliados (figura 4c). É possível observar ainda que todos os pontos, com exceção do 34, que ficam no topo do Morro Abrolhos, correspondem à classe de declividade média. Os pontos que possuem maior declividade estão concentrados no vale dos Toschines, sendo os pontos 23 e 24 mais significativos, por apresentarem valores respectivamente de 45 e 46°.
- f) largura da trilha: apesar da média aritmética da largura da trilha (1,81 m) ser um valor aceitável, ou seja, abaixo da medida dos dois metros estipulada por alguns autores, em 38,2% dos pontos foi verificada uma largura superior a 2 m, em alguns casos chegando a medir 4,15 m. A largura da trilha geralmente é expandida pelo visitante a procura de uma melhor transposição do terreno, ou seja, desviando de troncos, rochas, lama e outros obstáculos, o que acaba por acarretar e facilitar a erosão lateral, além de ocasionar a perda de vegetação.
- g) cobertura vegetal: os pontos que demonstraram os maiores índices de cobertura vegetal (tabela 1) foram os pontos 8, 9, 22, 23, 24, 28, 31 e 33. Desse total 75%, ou seja, os 6 últimos pontos pertencem a formação de FOD Altomontana. Uma das explicações para a concentração dos pontos de maior índice de cobertura vegetal apresentar a formação FOD Altomontana está atrelada à própria fisionomia vegetacional, pois, esta formação é caracterizada por árvores com porte menos desenvolvido e tortuoso, apresentando também uma maior densidade de indivíduos por área e formando um dossel muito denso e compacto. A altura do dossel geralmente não ultrapassa 10 metros. Essas características fazem com que a velocidade das gotas de chuva sejam reduzidas ao chegarem ao solo, favorecendo a sua proteção.

OS PONTOS COM MAIOR INCIDÊNCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS

Dos 34 pontos avaliados, cinco (3,5,23,24 e 25) demonstraram maior evidência de impactos negativos em relação ao índice de erosão, compactação do solo e largura da trilha como demonstra a tabela 1. No que se refere à erosão, todos os pontos citados anteriormente apresentaram valores superior a 1,0 m². Observa-se no gráfico 1 (figura 5), que os pontos 23 e 25 apresentam uma tendência de correlação diretamente proporcional entre o índice de erosão e compactação do solo, pois, nesses pontos foram encontrados os maiores índices de erosão (1,55 e 1,28 m²), junto com a maior taxa de compactação (61,93 e 57,74 kgf/cm²). Essa correlação é diretamente proporcional, entretanto, outros fatores favorecem e potencializam essa dinâmica, tais como erosividade da chuva, as propriedades e a cobertura do solo, além das características da encosta. Essa correlação pode ser melhor compreendida na afirmação de Andrade e Rocha (1990) que comenta que a compactação superficial do solo ocasiona redução no nível de infiltração de água, facilitando o escoamento superficial e desencadeando processos erosivos.

Há também, correlação diretamente proporcional entre índice de erosão e declividade, pois com o aumento da declividade ocorre um maior escoamento que favorece e desencadeia os processos erosivos. Almeida (2000) afirma que em áreas montanhosas, o fluxo de água proveniente da chuva concentra-se em determinados canais, principalmente com a alta declividade, favorecendo assim a formação de processos erosivos.

Levando-se em conta, a classe de declividade adotada, pode-se afirmar que mais de 80% dos pontos da trilha possuem declividade alta a muita alta. Observar-se no gráfico 1, principalmente nos pontos 23 e 24, as maiores taxas de erosão estão associadas com as altas declividades, respectivamente 1,55 e 1,28m² de índice de erosão e 46 e 45° de declividade. No local denominado Vale Toschines, estão concentradas as maiores declividades da trilha, que favorecem os processos erosivos.

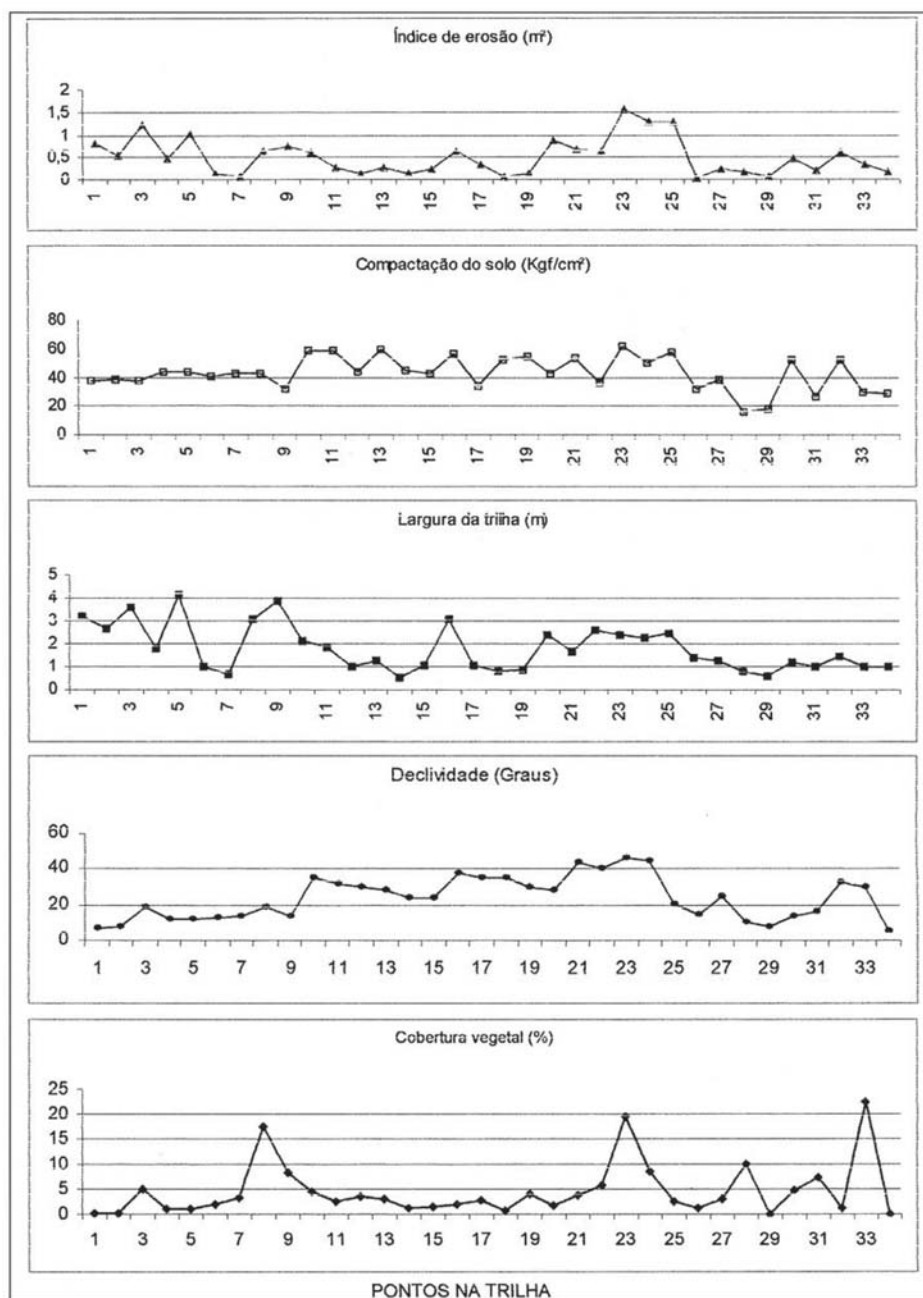


Figura 5 - Correlação das variáveis na trilha noroeste-Abrolhos

Org Feola, 2006.

Dos 5 pontos que possuem maior evidência de impactos negativos, em 3 ocorrem uma correlação inversamente proporcional entre índice de erosão e o índice de cobertura vegetal. Isso implica que onde existe uma menor cobertura vegetal pode ser encontrado um maior índice de erosão. Essa correlação é verificada nos pontos 3, 5 e 25, em que os valores de cobertura vegetal são baixos (5, 1,03 e 2,5%, respectivamente) e os índices de erosão elevado (1,21, 1,02 e 1,28m²). Sobre a importância florestal na conservação e proteção do solo Coelho Netto (2001) afirma que em áreas florestadas, além da cobertura vegetal, a densidade e a altura do dossel são fatores importantes para a proteção do solo.

Os pontos 3, 5 e 25 além de terem baixa cobertura vegetal apresentam dossel entorno de 30 m e pouco denso. Essas características da FOD Montana colaboram para que o solo seja atingido diretamente pelas gotas de água provenientes da chuva. Entretanto, no gráfico 1 também é possível verificar a não-correlação entre cobertura vegetal e índice de erosão nos pontos 23 e 24, que apesar de possuírem uma boa taxa de cobertura vegetal apresentam também as maiores taxas de erosão. A ausência da correlação está atrelada principalmente à alta declividade presente nesses pontos.

Nesses 5 pontos analisados foi possível verificar a correlação entre Índice de erosão e largura da trilha, ou seja, quanto maior área da trilha, mais vulnerável ela está à erosão. Entretanto, em 4 pontos (2, 10, 16 e 20), não houve correlação, ou seja, mesmo possuindo largura superior a 2 m, demonstraram um baixo índice de erosão. Esse fator está associado primeiramente ao solo protegido - pois em apenas um desses pontos não há presença de serapilheira. Um outro fator a ser mencionado é a cobertura vegetal, pois com exceção dos ponto 2, os demais demonstram uma boa cobertura.

Em geral os pontos que apresentaram maiores índices de erosão, ou seja, maior do que 1,0m² (Pontos 3, 5, 23, 24 e 25), estão associados à presença de Cambissolos e Neossolos litólicos (figura 4d). De acordo Guerra & Botelho (1998), os processos erosivos que ocorrem em Neossolos Litólicos são ocasionados pela pequena espessura do solo, que logo fica saturado, facilitando a interrupção do fluxo de água em seu interior gerando um maior escoamento superficial, além de favorecer processos erosivos.

Já nos Cambissolos o grau de suscetibilidade à erosão varia conforme a profundidade, sendo que os mais rasos são os mais suscetíveis à erosão devido à camada mais impermeável ocasionada pelo substrato rochoso próximo a superfície.

A correlação entre compactação, declividade e solo exposto é observada na figura 4, principalmente os pontos 23 e 24 que apresentaram compactação de (61,93 e 50,19 kgf/cm²) e de declividade (46 e 45°). A compactação do solo associada à alta declividade favorece o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão. De acordo com Pereira (1997), a matéria orgânica e as partículas finas do solo com predominância de argila são os principais elementos do solo transportados pelo escoamento superficial e pela erosão hídrica. Esse material carregado é considerado a parte ativa do solo. Exemplos dessa dinâmica, podem ser constatados nos dois pontos anteriormente citados, pois em nenhum desses locais foi verificada presença de serapilheira ou matéria orgânica. Em contrapartida nos pontos (3 e 5), onde ocorre uma menor declividade, ocorrem detritos orgânicos da floresta.

Portanto, a aceleração dos processos erosivos e de compactação do solo ocorrem e estão diretamente associados ao uso da trilha (uso antrópico). De acordo com Passos (2000), muitos processos geomorfológicos naturais são potencializados com a intervenção antrópica, porém o autor chama a atenção à afirmação de que não existe um parâmetro preciso de quanto isso interfira nos fenômenos naturais.

As diferentes formas de manejo sugeridas para a referida trilha, seguem 4 princípios básicos: diques de contenção, canais de escoamento, diminuição da altura dos degraus e criação de obstáculos próximo às bordas da trilha.

Os diques de contenção podem ser engendrados utilizando-se fragmentos de rocha, madeiras ou troncos. Eles têm como função retardar o desenvolvimento dos processos

erosivos, além de favorecer o acúmulo de matéria orgânica e de sedimentos. Os canais de escoamento podem reordenar o fluxo de água, evitando assim a perda de solo e consequentemente o acúmulo de matéria orgânica. Para a diminuição da altura dos degraus, pode ser feita a remoção do solo ou a criação de novos degraus menores, com fragmentos de rocha, evitando assim que o visitante vá a procura de um outro caminho. Os obstáculos nas bordas da trilha podem ser criados com galhos, troncos e ou marcações com fitas que restrinjam a área. Esses obstáculos favorecem a diminuição do pisoteio, além de contribuir para a regeneração da vegetação da borda.

Porém, mesmo utilizando técnicas mais avançadas para o manejo, a tarefa não é fácil, pois há a atuação de diversas variáveis. De acordo com Lechner (2006), as trilhas inseridas no Domínio Tropical Atlântico apresentam uma característica muito dinâmica, além de complexa.

OS PONTOS COM MENOR INCIDÊNCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS

Na figura 4 é possível verificar que os pontos 7, 15, 18, 26 e 29 foram os que apresentaram as menores evidências de impactos negativos. A relação entre o índice de erosão e compactação apresentou uma correlação indiretamente proporcional. Com exceção do ponto 29, todos possuem solo compactado e um baixo índice de erosão conforme demonstra a tabela 1.

O ponto 18 é um bom exemplo dessa correlação, pois, apresenta solo bem compactado, no entanto possui o segundo menor índice de erosão de todos os pontos avaliados, mesmo apresentando solo exposto. Essa diferenciação não está associada com a cobertura vegetal, pois, o ponto apresenta uma baixa cobertura vegetal em relação aos outros pontos avaliados, tanto pelo método de parcela quanto pela estimativa visual. O menor índice provavelmente esteja associado à largura e ao próprio traçado da trilha que nesse ponto localiza-se em uma crista, o que proporciona escoamento mais difuso, evitando a concentração de fluxos de água em pequenas ravinas ou sulcos.

Os baixos índices de erosão mesmo em solos compactados podem ser explicados pela cobertura vegetal, pela declividade e pelo solo exposto. A cobertura vegetal nesses pontos demonstra boa percentagem quando comparadas com outros pontos (1, 2, 4 e 5), ver tabela 1. Entretanto, Coelho Netto (2001, p.111) ressalta que alguns tipos fisionômicos de vegetação, podem propiciar aumento ou redução na concentração pontual de chuva no interior de uma floresta e consequentemente refletem na compactação e erosão do solo.

O ponto 33 devido a boa cobertura vegetal demonstra uma correlação indiretamente proporcional entre o índice de erosão. Esse ponto apresenta um baixo índice de erosão associado a uma cobertura vegetal de (22,5% pelo método de parcelas e 90% pela estimativa visual), além de estar inserido na formação de FOD Altomontana, que possui um dossel muito denso e compacto, o que favorece uma melhor interceptação das gotas de chuva. De acordo com Guerra (2001, p.161), a densa cobertura vegetal e, principalmente a presença de serapilheira, faz com que a erosão por *splash* ou salpicamento gerada pela gota de água sejam amenizadas, além da erosão e o *runoff* ocorrerem em taxas menores, pois, a cobertura reduz os impactos causados pelas gotas de chuva.

As gotas de chuva podem provocar a selagem e a compactação do solo. Pareira (1997, p.177) afirma que, a forma de erosão por impacto causado pela chuva desagrega as partículas e, essas acabam obstruindo os poros da superfície, ocasionando além de uma menor infiltração da água, uma compactação do solo.

Outro fator que favorece os altos índices de compactação, é a largura da trilha, pois, nos cinco pontos avaliados todos possuem uma largura inferior a 1 m. O estreitamento do

caminho ocasiona uma maior concentração no leito da trilha e consequentemente uma maior compactação favorecida pelo pisoteio, porém, as características do solo e a quantidade de uso da trilha também fazem parte dessa dinâmica. Entretanto, a figura 4, mostra que o ponto 29 é uma exceção, pois, apresenta largura estrita (0,60 m) e solo não compactado ($18,66 \text{ kgf/cm}^2$), provavelmente devido à mesma situação mencionada anteriormente.

Nos pontos 28 e 29 (tabela 1), pois, são os únicos com solos não compactados. Esse fator, no ponto 28 está atrelado à fisionomia e cobertura vegetal da FOD Altomontana (dossel bem compacto e altura entorno de 10m). Já o ponto 29 é atípico, pois, apesar de estar na mesma formação vegetacional, não possui cobertura vegetal e nem solo protegido. O fator que contribui para ausência de compactação, é a grande quantidade de pequenas raízes próximas a superfície do solo que, acabam por absorver a pressão exercida pelo pisoteio.

Nos pontos 11, 12, 17, 18, 19 e 33, a declividade demonstrou uma correlação indiretamente proporcional com o índice de erosão, ou seja, a declividade mesmo variando de média a alta, apresenta baixo índice de erosão. O ponto 33 é um bom exemplo dessa correlação, pois, apesar de possuir alta declividade (30°), apresenta índice de erosão baixo ($0,35 \text{ m}^2$). Os baixos índices de erosão estão atrelados a pequena largura da trilha, além de uma boa cobertura vegetal. A exceção é o ponto 18, o único que apresenta baixa cobertura (60% pela estimativa visual e 0,75% pelo método de parcelas), entretanto, o traçado da trilha contribui para que os processos erosivos sejam amenizados. Entretanto, a aceleração dos processos erosivos e de compactação do solo ocorrem e estão diretamente associados ao uso da trilha (uso antrópico). De acordo com Passos (2000, p.36), muitos processos geomorfológicos naturais são potencializados com a intervenção antrópica, porém, o autor chama a atenção ao afirmar que, não existe um parâmetro preciso de qual seja o seu grau de interferência nos fenômenos naturais.

As diferentes formas de manejo sugeridas para a referida trilha, seguem 4 princípios básicos: diques de contenção, canais de escoamento, diminuição da altura dos degraus e criar obstáculos próximo as bordas da trilha.

Os diques de contenção podem ser engendrados utilizando-se fragmentos de rocha, madeiras ou troncos, tem como função retardar o desenvolvimento dos processos erosivos, além de favorecer o acúmulo de matéria orgânica e de sedimentos. Os canais de escoamento podem reorientar o fluxo de água, evitando assim a perda de solo e consequentemente o acúmulo de matéria orgânica. Para a diminuição da altura dos degraus, pode ser feita a remoção do solo ou criar novos degraus menores com fragmentos de rocha, evitando assim que o visitante vá a procura de um outro caminho. Os obstáculos nas bordas da trilha podem ser criados com galhos, troncos e ou marcações com fitas que restrinjam a área. Esses obstáculos favorecem a diminuição do pisoteio, além de contribuir para a regeneração da vegetação da borda.

CONCLUSÃO

A abertura e a utilização de trilhas sem planejamento e manejo favorece e potencializa o surgimento de impactos negativos, podendo destacar a erosão e a compactação do solo, perda de vegetação, depredações ao longo do caminho, presença de lixo, entre outro.

A trilha Noroete-Abrolhos em geral, apresentou pontos com índices de erosão avançados e, em mais de 90% dos pontos verificados, os solos estão compactados. Em 64,7% dos pontos o solo é exposto, não tendo uma proteção direta. Já os solos protegidos representam 26,4%, o restante é composto por afloramento rochoso. Boa parte da trilha apresenta declividade variando de moderadas a acentuadas. A cobertura vegetal (forma indireta

de proteção do solo) apresentou valor superior a 60% , pela estimativa visual, porém os valores mais significativos estão associados a FOD Altomontna, esses valores são favorecidos pela própria características da floresta.

Os pontos avaliados que possuem maiores indícios de impactos negativos apresentaram correlação diretamente proporcional entre as variáveis, principalmente o índice de erosão com a declividade, com a largura da trilha e com a compactação do solo. Já os pontos de menor incidência de impactos negativos, demonstraram uma correlação indiretamente proporcional entre as variáveis. Dentre os locais avaliados, os resultados mais expressivos relacionados aos impactos negativos, estão concentrados nos primeiros 1000 m, da trilha, são os pontos (1, 5, 16 e do 23 ao 25), que merecem uma melhor atenção por parte da administração do parque. Em contra partida, é entre os pontos 30 e 34 que estão os valores menos expressivos, porém isso não significa que o local não necessite de manejo.

A utilização tanto do método VIM quanto o método utilizado por Takahashi (1998) e Magro (1999) demonstraram-se satisfatório, pois, por meio dos indicadores do meio físico propostos, foi possível verificar a real situação da trilha, além de favorecer o monitoramento desses ponto. E com isso, surge a possibilidade de nortear as diferentes formas de manejo ao longo de um caminho. Para o manejo da trilha Noroeste-Abrolhos deve-se levar em consideração as diferentes variáveis ao longo do caminho, como declividade, tipo de solo, afloramento rochoso, tipo de vegetação além da largura da trilha.

Em suma, além do gerenciamento da Unidade de Conservação e mais especificamente o manejo da trilha, deve-se fomentar as trilhas interpretativas como sugere PAGANI *et al.*, (2001). Além do mais, é imprescindível o gerenciamento do uso público nessa área, pois são os visitantes que podem atenuar ou acelerar tais processos. Portanto, quando se tem um controle sobre a visitação e os visitantes são informados sobre a especificidade da área e sobre as práticas de mínimo impactos a serem seguidas, isso faz com que, surja uma responsabilidade, uma atitude mais coerente durante a visitação e conseqüentemente uma atenuação de tais impactos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Ilhéus: Editora UESC, 2000. 130p.

ANDRADE, W. J; ROCHA, L. M. Planejamento, implantação e manutenção de trilhas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: 1990, p. 786-794.

BARROS, M. I. A. **Caracterização da visitação, dos visitantes e avaliação dos impactos ecológicos e recreativos do planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em recursos florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiros-USP. Piracicaba 2003.

BIGARELLA, J.J. *et. Al.* **Estrutura e origem da paisagem tropical e subtropical**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003. Vol. 3, p.883-1436.

BIGARELLA, J.J. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná**. Curitiba: Ed. ADEA, 1978. 248p.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B; (Org.) **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2001. Cap. 3. p. 93-144

COLE, D.N. Low impact recreational practices for wilderness and back-country. USDA, Forest Service. Intermountain Research Station. **General Technical Report INT-265**. (1989). 132p.

CORDANI, U. G.; GIRARDI, V. A. V. Geologia da folha de Morretes. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 1967. n. 26, p. 1- 37.

COSTA, S. M. As trilhas como unidade de análise ambiental: o caso do maciço Gericinó-Medanha (RJ). In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA., 10., 2003, Curitiba. **Anais...**Curitiba: 2003. CD-ROM.

DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: CUELLEN, L. RUDHAN, R. VALLADARES-PADUA, C. **Método de estudos em biologia da conservação manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003, cap 17. p 455-480.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de classificação de solo**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B; (Org.) **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2001. p. 149-197

GUERRA, A. J. T. BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B; (Org.) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1998, cap 5. p. 181-228

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Pico do Marumbi**. Curitiba: IAP, 1996. 114p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Unidades de Conservação**. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/parnas.html>> Acesso em: 20 jul. 2005.

LUCAS, R. C. Wilderness use and users: Trends and projections. In HENDEE, J. C. ; STANKEY, G.; LUCAS, R. C. (Ed). **Wilderness Management**. 2. Ed. Golden: North American Press, 1990. cap. 14, p. 355-398

McEWEN, D; COLE, D.N; SIMON, M. Campsite impacts in four Wildernesses in the South-Central United States. USDA. Forest Service. Intermountain Research Station. **Research Paper INT-RP-490**, 1996. 12 p.

MAGRO, T. C. **Impactos do uso público em uma trilha no planalto do parque nacional do Itatiaia**. 135 f. Tese (doutorado em ciências da engenharia ambiental) – Escola de engenharia de São Carlos- USP. São Carlos, 1999.

MINEROPAR. **Atlas geológico do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2001, 116p.

PAGANI, M. I.; SCHIAVETTI, A.; MORAES, M. E. B.; TOREZAN, F. H.; Trilhas interpretativas da natureza e ecoturismo. In: LEMOS, A. I .G de; (Org.) **Turismo e impactos socioambientais**. São Paulo: Ed. Hucitec, 2001. p. 151-163.

PAIREIRA, V.P. Erosão hídrica e indicadores ambientais. In: MARTOS, H. T; MAIA, N. B. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: (s.n.). 1997. p 175-183.

OKA-FIORI, C. ; CANALI, N. E. Geomorfologia da área do parque Marumbi, Serra do Mar (PR). In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA., 3., 1987. Curitiba. **Anais...**Curitiba: 1987. V. 1; p 41-58.

PASSOS, E. **Classificação fitogeomorfológica de ecossistemas florestais numa porção do setor oriental do Estado do Paraná**. 244f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias – UFPR. Curitiba, 2000.

ROLOFF, G. **Comunicação verbal**. Agosto 2005.

SILVEIRA, M. A. T. da. **Turismo & Natureza**: Serra do Mar no Paraná. 225 f. Dissertação (mestrado em Geografia Humana) – Departamento de Geografia - USP, (FFLCH) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.

STRUMINSKI, E. **Parque Estadual do Pico do Marumbi**. Curitiba: Ed. UFPR. 2001. 179 p.

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**. 129 f. Tese (doutorado em ciências florestais) – Setor Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1998.

TAKAHASHI, L.Y. Limites aceitável de câmbio: Manejando e monitorando os visitantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IAP; UNILIVRE; Rede Nacional Pró Unidades de Conservação. 1997. v. 1: p. 445-463.

ZELLER, R. H. O estado de conservação de três trilhas do Parque Nacional da Chapada Diamantina (Bahia) e necessidades de manejo. **Revista Brasileira de Conservação da Natureza**. Curitiba, v. 2, n.1, p.34-41. 2004.

Recebido em fevereiro de 2007

Aceito em setembro de 2007

