

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Pedra do Sino: impacto sobre a biota e capacidade
de carga turística de uma trilha no Parque Nacional
da Serra dos Órgãos, RJ**

Michel de Souza Schütte

2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**PEDRA DO SINO: IMPACTO SOBRE A BIOTA E CAPACIDADE
DE CARGA TURÍSTICA DE UMA TRILHA NO PARQUE
NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS, RJ**

MICHEL DE SOUZA SCHÜTTE

Sob a Orientação do Professor
Dr. André Felipe Nunes de Freitas

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ.
Junho de 2009.

**INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

MICHEL DE SOUZA SCHÜTTE

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/06/2009.

André Felipe Nunes de Freitas. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Mara Cintia Kiefer. Prof. Dra. UERJ

Alexandra dos Santos Pires. Profa. Dra. UFRRJ

À Distância

Essa montanha faz todo o encanto e todo o interesse da região que domina. Depois de ter-nos dito isso pela centésima vez, nos achamos, a seu respeito, num estado de espírito tão sobressaltado e tão cheio de reconhecimento que imaginamos que aquela que possui todos esses encantos deve ser ela própria o que há de mais encantador na região – é por isso que subimos até o topo e ficamos desiludidos!

De repente, o encanto desaparece na própria montanha e em toda a paisagem que a cerca; havíamos esquecido que há certas grandezas, precisamente como certas bondades, que só querem ser vistas de longe, e, sobretudo de baixo, sob hipótese alguma, do alto – é somente assim que fazem efeito.

Talvez conheças homens de teu meio que só podem olhar-se a si próprios a certa distância. Para se julgarem suportáveis, sedutores e vivificantes; deve-se desaconselhar a eles o conhecimento de si.

(Nietzsche, F. A gaia ciência ou O alegre saber)

Ao homem,
por sua incansável busca pelo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao ambiente de montanha por ter contribuído efetivamente em meu desenvolvimento pessoal, traçando muitos dos caminhos escolhidos por mim até então.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por servir de lar, escola, cidade e meio de desenvolvimento humano, com sua estrutura, professores, funcionários e colegas diários.

À CAPES pela bolsa de estudos e, conseqüentemente, ao povo brasileiro que, através de suas contribuições, permitiram-na. Espero, sinceramente, ser este o principal beneficiado com estes resultados.

Aos gestores, funcionários e amigos do PARNASO pelo apoio e pronto atendimento no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor André Felipe Nunes de Freitas por compartilhar sua grande experiência ecológica, pela orientação, amizade e por sempre ter mantido a paciência nos momentos mais difíceis.

À turma do PPGCAF de 2007, do Laboratório de Gestão Ambiental e do Laboratório de Ecologia Florestal e Biologia Vegetal pela força, companhia e cordialidade nestes dois anos de convivência.

Ao professor Antônio José Mayhé-Nunes por me apresentar às formigas e pelo apoio nas coletas.

Ao professor Jarbas Marçal de Queiroz pelos primeiros passos nos estudos junto às formigas e, conseqüentemente, o despertar da curiosidade ecológica.

À professora Lana da Silva Sylvestre pela identificação das Pteridófitas.

Ao professor Marcos Nadruz Coelho e todos os colegas do JBRJ que ajudaram na identificação das espécies botânicas.

Ao doutorando André Barbosa Vargas pela força e ajuda no trabalho com as formigas.

Ao biólogo Thiago Amorim, técnico do Herbário RBR pela identificação das famílias botânicas.

Ao casal Adriano Tietz e Marta Mury pela força no campo e laboratório e no incentivo em todos os momentos.

Aos meus pais, Maria e Henrique, e a toda uma grande família por terem realmente acreditado em mim.

À minha irmã Andréa, por ter me mostrado o quanto vale viver.

À minha mulher, Cyntia Santana de Oliveira, pela companhia, carinho, amor e paciência sempre.

À Sarah de Oliveira, que esteve por perto e acompanhou-me nos melhores e piores dias, transmitindo boas energias e sorrindo sempre.

Aos grandes amigos que me deram força, descontração e alegria nos momentos oportunos.

Ao Thor e Ralf pela companhia, segurança e momentos de distração.

E a todos os demais que direta ou indiretamente me ajudaram na conclusão deste trabalho, o meu mais sincero obrigado!

RESUMO

SCHÜTTE, Michel de Souza. **Pedra do Sino: impacto sobre a biota e capacidade de carga turística de uma trilha no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.** 2009. 132p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

O crescimento desordenado do turismo direcionado às áreas naturais protegidas, associado à fragmentação e destruição da Floresta Atlântica, traz à luz uma nova preocupação com o uso público das Unidades de Conservação encontradas neste bioma. Neste sentido, o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, por estar próximo aos grandes centros urbanos brasileiros e por apresentar grande relevância em atrativos naturais, torna-se alvo de um expressivo aumento da visitação e seus impactos associados. Com isto, no presente trabalho, foram avaliados os impactos gerados pela visitação a trilha da Pedra do Sino – atrativo mais visitado por montanhistas neste Parque -, sobre o meio biótico e abiótico. Para tanto, foram utilizadas duas diferentes metodologias de capacidade de carga que levam em consideração a utilização de diversos indicadores. Como indicadores biológicos foram selecionados a vegetação herbácea, o banco de sementes e a fauna de formigas da serapilheira; além de medidas físicas e de conduta dos visitantes como indicadores abióticos. Para avaliar o efeito do pisoteio sobre a biota foram estabelecidas quatro distâncias da trilha (0, 10, 20 e 40 m), num total de 12 parcelas em cada área. Os indicadores físicos foram, diretamente, analisados ao longo da trilha e a conduta dos visitantes através de questionários baseados no programa de Conduta Consciente em Ambientes Naturais, do MMA, aplicados aos visitantes provenientes da Pedra do Sino. Foi encontrado efeito significativo sobre a vegetação herbácea devido a maior incidência luminosa no ambiente de borda, não sendo encontrados efeitos substanciais sobre a taxocenose de formigas e, principalmente, sobre o banco de sementes, sugerindo a utilização do banco de plântulas como indicador, já que a simples presença das sementes não assegura o sucesso de desenvolvimento das mesmas. Os aspectos físicos demonstraram uma série de problemas relacionados à má drenagem, erosão, presença de atalhos, dejetos, lixo, dentre outros. Os visitantes, apesar do elevado nível de instrução, apresentaram baixo conhecimento sobre as técnicas de mínimo impacto, além de demonstrarem-se pouco preocupados com as condições da trilha, o aumento do número de visitantes e as estratégias de manejo estabelecidas pelo Parque. A capacidade de carga encontrada aproxima-se da estabelecida, embora outros indicadores devam ser acrescidos para obtenção de um valor final mais condizente com a realidade da área. As duas metodologias utilizadas (Capacidade de Carga Turística - CCT e Manejo do Impacto dos Visitantes - VIM) mostraram-se complementares. A CCT torna-se importante por estabelecer um número exato de visitantes para a trilha e o VIM por dar maior ênfase aos aspectos qualitativos. Ambas as estruturas quando utilizadas sobre o espectro de um maior número de indicadores, participação de diferentes pesquisadores e do público alvo são indicadas para delinear as tomadas de decisão pelos gestores sobre o Uso Público em Unidades de Conservação na Floresta Atlântica.

Palavras chave: Ecologia da recreação, pisoteio, capacidade de carga, uso público, formigas, herbáceas, banco de sementes.

ABSTRACT

SCHÜTTE, Michel de Souza. **Pedra do Sino: impact of trails on the biota and load capacity tourist of a trail in the National Park Serra dos Orgãos, RJ.** 2009. 132p Dissertation (Master science in environment and forest science). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

The disorderly growth of tourism directed at protected natural areas, with the fragmentation and destruction of the Atlantic Forest, brings to light a new concern with the use of public conservation units found in this biome. Accordingly, the National Park Serra dos Órgãos, being close to major urban centers in Brazil and make great importance in natural attractions, it is subject to a significant increase in visitation and associated impacts. So, in this work were evaluated the impacts generated by the visitation of Pedra do Sino trail - most visited attraction in this park by mountaineers - to identify negative effects on the biotic and abiotic environment. Two different methods of suport capacity, that take into account the use of various indicators, were used. We selected the herbaceous vegetation, the seed bank and litter fauna of ants as biotic indicators, and physical aspects and behavior of visitors as abiotic indicators. Setting up four areas distant from the path (0, 10, 20 and 40m), a total of 12 plots in each area, there was the response of biota to the environment related to edge. The physical indicators were directly analyzed along the trail and visitors' conduct through questionnaires based on Program to Natural Environments Conscious Conduct, at MMA, applied to visitors from Pedra do Sino. We found a significant effect on the herbaceous vegetation due to higher incidence of light in the edge, substantial effects weren't find on taxocenose of ants, and mainly on the seed bank, suggesting the use of the bank as an indicator of seedlings, as the mere presence of the seed does not ensure the success of developing them. The physical aspects indicated problems related to poor drainage, erosion, presence of shortcuts, waste, garbage, and others. The visitors, despite the high level of education, had low knowledge on techniques for minimum impact, and show little concern itself with the conditions of the trail, increase the number of visitors and strategies set by park management. Suport capacity found is close to the set, although other indicators should be added to obtain a final value more consistent with the reality of the area. The two methodologies (*Capacidad de Carga Turistica* - CCT and Visitor Impact Management - VIM) were shown to be complementary. The CCT becomes important to establish an exact number of visitors to the trail and VIM for greater emphasis on qualitative aspects. Two structures when used on the spectrum of a greater number of indicators, participation of various researchers and the audience are shown to shape the decisions taken by managers on the public use in conservation units in the Atlantic Forest.

Key words: Ecology recreation, trampling, suport capacity, public usuly, ant, herbs, seed banck.

Lista de Figuras

	Página
Figura 1.1: Os últimos grandes blocos remanescentes da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro com destaque para o de número (2) onde se localiza a área de estudo (adaptado de ROCHA <i>et al.</i> , 2003).	5
Figura 1.2: Localização do Parque Nacional da Serra dos Órgãos em relação ao Mosaico de Áreas Protegidas da região Serrana Central (modificado a partir de Plano de Manejo, VIVEIROS DE CASTRO, 2008).7	7
Figura 1.3: Impacto total produzido por visitantes em ambientes naturais (modificado a partir de COLE, 2004).	11
Figura 1.4: Curva assintótica demonstrando a tendência geral dos impactos negativos dos visitantes em áreas naturais (modificado a partir de COLE, 2004).	12
Figura 1.5: Localização do Parque Nacional da Serra dos Órgãos em relação ao Estado do Rio de Janeiro e aos municípios da Região Serrana (adaptado do Plano de Manejo, VIVEIROS DE CASTRO, 2008).	18
Figura 1.6: Trajeto da Trilha da Pedra do Sino, no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ (modificado a partir de VIVEIROS DE CASTRO, 2008).	20
Figura 5.1. Relações de causa e efeito do pisoteio causado pela utilização pública de trilhas sobre a biota (modificado a partir de COLE, 2004).	26
Figura 5.2: Ordenação da frequência absoluta das morfoespécies de plântulas provenientes do banco de sementes registradas em quatro diferentes distâncias (Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 20m e Área 4 = 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	31
Figura 5.3: Cobertura do dossel em quatro distâncias (Distância 1 = 0, Distância 2 = 10, Distância 3 = 20 e Distância 4 = 40m) da trilha da Pedra do Sino no Parque Nacional da Serra dos Órgão, RJ.	37
Figura 5.4: Relação entre cobertura do dossel e riqueza (a) e abundância (b) de espécies herbáceas na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	38
Figura 5.5: Relação entre cobertura da serapilheira e abundância de herbáceas (a) e entre profundidade da serapilheira e riqueza de herbáceas (b), na trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	39
Figura 5.6: Riqueza de espécies herbáceas em quatro diferentes distâncias (distância 1 = 0, distância 2 = 10m, distância 3 = 25m e distância 4 = 50m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	40
Figura 5.7: Abundância de espécies herbáceas em quatro diferentes distâncias (distância 1 = 0, distância 2 = 10m, distância 3 = 25m e distância 4 = 50m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	40
Figura 5.8: Dendrograma de Similaridade baseado no Índice de Similaridade de Jaccard das espécies herbáceas encontradas entre quatro classes de	

distâncias (0, 10, 25 e 50m) da Trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	41
Figura 6.1: Riqueza do banco de sementes em quatro diferentes distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	49
Figura 6.2: Abundância do banco de sementes em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	49
Figura 6.3: Relação da profundidade da serapilheira e sua relação com a riqueza (a) e a abundância (b) do banco de sementes encontrado na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	50
Figura 6.4: Relação da cobertura do dossel com a riqueza (a) e a abundância (b) do banco de sementes encontrado na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	51
Figura 6.5: Ordenação da frequência de ocorrência das morfoespécies de plântulas provenientes do banco de sementes em quatro diferentes distâncias (Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 20m e Área 4 = 40 m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	52
Figura 6.6: Dendrograma de Similaridade baseado no Índice de Similaridade de Jaccard do banco de sementes da serapilheira encontrado entre quatro classes de distância (0, 10, 20, 40m), na Trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	54
Figura 7.1: Curva cumulativa de espécies de formigas amostradas e estimadas por Jackknife 2 e Bootstrap na serapilheira da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	63
Figura 7.2: Riqueza de espécies de formigas em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, no PARNASO, RJ.	63
Figura 7.3: Abundância de formigas em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino no PARNASO, RJ.	64
Figura 7.4: Ordenação da frequência de ocorrência das espécies de formigas em quatro diferentes distâncias (Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 20m e Área 4 = 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	65
Figura 7.5: Dendrograma de similaridade baseado no Índice de Similaridade de Jaccard da mirmecofauna entre quatro classes de distâncias (0, 10, 20 e 40m), na Trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	66
Figura 7.6: Relação entre cobertura do dossel e riqueza de espécies de formiga na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	67
Figura 8.1: Esquema da tomada de medidas para o cálculo da área de seção transversal (modificada a partir de COLE, 1991).	76
Figura 8.2: Trechos da trilha da Pedra do Sino com boa drenagem (esquerda) e com problemas de drenagem (direita), PARNASO-RJ.	80

Figura 8.3: Nível de escolaridade (em porcentagem) dos visitantes da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	82
Figura 8.4: Porcentagem de respostas dos visitantes quanto à experiência relacionada ao número de visitantes encontrados na trilha da Pedra do Sino (a) e sobre o que isso representou na qualidade da visita (b), PARNASO, RJ.	85
Figura 8.5: Porcentagem de respostas dos visitantes quanto à experiência relacionada à degradação das áreas naturais causada pelos visitantes da trilha da Pedra do Sino (a) e sobre o que isso representou na qualidade da visita (b), PARNASO, RJ.	86
Figura 8.6: Porcentagem de respostas dos visitantes quanto ao número de ações que o Parque faz para corrigir os impactos ocasionados pelo uso público na trilha da Pedra do Sino (a) e sobre o que isso representou na qualidade da visita (b), PARNASO, RJ.	87
Figura 8.7: Porcentagem de resposta dos visitantes sobre a distância mínima necessária entre acampamentos, trilhas e riachos, da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	88
Figura 8.8: Porcentagem de resposta dos visitantes sobre a instalação de fogueiras na trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	89
Figura 9.1: Etapas do Manejo do Impacto dos Visitantes (VIM) consideradas para a realização do estudo da capacidade de carga da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	100
Figura 9.2: Delimitação dos três segmentos da Zona de Uso Extensivo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	105

Lista de Tabelas

	Página
Tabela 2.1: Os efeitos diretos e indiretos da visitação pública sobre os componentes ecológicos em áreas naturais, adaptado de Leung & Marion (2000).	11
Tabela 5.1 - Parâmetros fitossociológicos avaliados para a comunidade de herbáceas da Trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	27
Tabela 5.2: Famílias e espécies de herbáceas encontradas em quatro diferentes distâncias (0, 10, 25 e 50m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	28
Tabela 5.3: Lista das espécies de herbáceas encontradas adjacentes (distância = 0m) à trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; Frequência relativa; Densidade relativa; Vigor absoluto; Vigor relativo; Índice de cobertura; Índice de valor de importância.	33
Tabela 5.4: Lista das espécies de herbáceas encontradas a dez metros da trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; Frequência relativa; Densidade relativa; Vigor absoluto; Vigor relativo; Índice de cobertura; Índice de valor de importância.	34
Tabela 5.5: Lista das espécies de herbáceas encontradas a 25m da trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; Frequência relativa; Densidade relativa; Vigor absoluto; Vigor relativo; Índice de cobertura; Índice de valor de importância.	35
Tabela 5.6: Lista das espécies de herbáceas encontradas a 50m da trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; Frequência relativa; Densidade relativa; Vigor absoluto; Vigor relativo; Índice de cobertura; Índice de valor de importância.	36
Tabela 6.1: Lista das espécies encontradas no banco de sementes em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	48
Tabela 7.1: Lista das espécies de formigas encontradas em quatro diferentes distâncias (0, 10m, 20, e 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	61
Tabela 8.1. Classes de condição da trilha segundo a metodologia “Avaliação da Classe de Condição” (adaptado a partir de COLE <i>et al.</i> , 1997).	72
Tabela 8.2: Valores e classes de declividade sugeridas por Magro (1999) utilizadas para avaliação da Trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	77

Tabela 8.3: Resultado dos parâmetros físicos de largura total, largura de solo nu, profundidade e área de seção transversal encontrados na Trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ, expressos pela amplitude (mínimo e máximo), média e erro padrão (em cm).	78
Tabela 8.4: Classificação em classes de declividade (plano, baixa, média, alta e muita alta) e porcentagem do trecho de amostragem (6800m) da trilha da Pedra do Sino no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ (baseado em LEMOS & SANTOS, 1996).	79
Tabela 8.5: Desnível, número de pontos amostrados, número de atalhos, declividade paralela média por trecho (em %) e problemas de drenagem (A) e erosão (E) em quatro trechos da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.	80
Tabela 8.6: Comparação entre os indicadores físicos da trilha da Pedra do Sino, PARNASO e quatro trilhas estudadas por Barros (2003) no PNI, RJ.	81
Tabela 8.7: Principais problemas observados pelos visitantes na trilha da Pedra do Sino, no PARNASO, RJ.	84
Tabela 8.8: Resultado das afirmativas sobre Conduta Consciente em Ambientes Naturais, da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. *V = verdadeiro; F = falso; NR = não respondeu.	90
Tabela 9.1: Valores obtidos para capacidade de carga efetiva (CCE), capacidade de carga real (CCR), capacidade de manejo (CM), capacidade de carga física (CCF) e fatores de correção (soc = social, ero = erosão, con = conduta) da trilha da Pedra do Sino no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.	104

SUMÁRIO

	Página	
1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Floresta Atlântica	3
2.2	Preservação e conservação da Floresta Atlântica	4
2.3	O uso público em Unidades de Conservação	8
2.4	Ecologia da Recreação	9
2.5	Ecologia da recreação no Brasil	12
3	ÁREA DE ESTUDO	15
4	METODOLOGIA GERAL	19
5	CAPÍTULO I - Impacto da visitação sobre as herbáceas na trilha da Pedra do Sino	21
	RESUMO	22
	ABSTRACT	23
	INTRODUÇÃO	24
	MATERIAL E MÉTODOS	27
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
	Composição, riqueza e abundância da flora herbácea	28
	Estrutura da flora herbácea nas diferentes distâncias	30
	Ordenação e efeito da distância sobre a flora herbácea	36
	CONCLUSÕES	42
6	CAPÍTULO II - A influência da trilha da Pedra do Sino sobre o banco de sementes da Floresta Atlântica	43
	RESUMO	44
	ABSTRACT	45
	INTRODUÇÃO	46
	MATERIAL E MÉTODOS	47
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
	Composição, riqueza e abundância do banco de sementes	48
	Ordenação e efeito da distância sobre o banco de sementes	50
	CONCLUSÕES	55
7	CAPÍTULO III - Formigas da serapilheira e sua sensibilidade ao impacto da visitação na trilha da Pedra do Sino	56
	RESUMO	57
	ABSTRACT	58
	INTRODUÇÃO	59
	MATERIAL E MÉTODOS	60
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61

	Composição, riqueza e abundância da comunidade de formigas	61
	Ordenação e efeito da distância na comunidade de formigas	63
	CONCLUSÕES	68
8	CAPÍTULO IV - Aspectos físicos para uma leitura do atual estado de conservação da trilha da Pedra do Sino e a conduta dos visitantes em áreas protegidas	
		69
	RESUMO	70
	ABSTRACT	71
	INTRODUÇÃO	72
	MATERIAL E MÉTODOS	75
	Avaliação dos impactos físicos	75
	Metodologia de avaliação da conduta dos visitantes	77
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
	Avaliação dos impactos físicos: o aspecto atual da trilha	77
	Características e conduta dos visitantes	81
	A percepção do visitante	83
	Conhecimento sobre práticas e técnicas de mínimo impacto em áreas naturais	87
	CONCLUSÕES	92
9	CAPÍTULO V - Integrando os dados: capacidade de carga turística da trilha da Pedra do Sino	
		93
	RESUMO	94
	ABSTRACT	95
	INTRODUÇÃO	96
	METODOLOGIA	98
	Capacidade de Carga Turística	98
	Visitor Impact Management	99
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
	Capacidade de Carga Turística	101
	Manejo do Impacto dos Visitantes	105
	CONCLUSÕES	113
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
	ANEXOS	131

1 INTRODUÇÃO GERAL

A conservação dos ecossistemas naturais é de importância sumária para a manutenção da qualidade de vida e saúde tanto do homem quanto do próprio ecossistema, garantindo a continuidade dos processos evolutivos e a manutenção dos serviços ambientais às gerações futuras. Áreas de vegetação, outrora contínuas, encontram-se hoje alteradas devido à substituição da cobertura original por ambientes altamente antropizados.

Dentre outros biomas nacionais, a Floresta Atlântica foi palco do desenvolvimento do país. Desde a colonização, a mais rica floresta brasileira sofre com processos contínuos de degradação, encontrando-se quase que inteiramente degradada, com menos de 10% de sua cobertura original. Foi considerada como o primeiro *hotspot* nacional devido à elevada riqueza de espécies, à forte pressão dos centros urbanos, à alta degradação - sendo considerada Patrimônio Natural da Humanidade - além de abrigar grande parcela da população nacional e conter a maior zona produtiva do país.

Seguindo o contexto nacional, o Estado do Rio de Janeiro encontra-se em posição de destaque quanto à degradação da Floresta Atlântica. Embora tenha sido coberto inteiramente por este bioma e suas distintas formações no passado, hoje se encontra altamente degradado, devido aos diferentes ciclos econômicos e produtivos aos quais foi submetido - como o ciclo da cana-de-açúcar, do café, pecuária, indústria e comércio - até aos atuais processos de expansão urbana, crescimento demográfico e imigração. Mesmo assim, apresenta ainda cinco grandes blocos com áreas de relevante interesse ecológico localizadas, principalmente, nas escarpas da Serra do Mar, devido à dificuldade de acesso e colonização apresentados por estas áreas. Estes remanescentes, apesar de todos os artifícios legais de proteção, encontram-se ainda sob contínuo processo de antropização, seja pelo desenvolvimento econômico continuado destas áreas, seja pela simples extração de recursos pelas populações residentes.

Dentre as estratégias para conservação da biodiversidade, a criação de áreas protegidas tem sido uma das principais ferramentas utilizadas. As Unidades de Conservação (UC) são áreas destinadas à preservação das espécies *in situ* e, além disso, asseguram os serviços ambientais como qualidade do ar, amenização climática, produção d'água, belezas cênicas, entre outros, proporcionando, também, o contato entre o homem e a natureza. Um expressivo aumento destas áreas pode ser notado nas últimas décadas (MEDEIROS, 2006), fruto de um aumento na conscientização nacional da importância destes remanescentes para as futuras gerações e, também, da sua quase total destruição.

Apesar do aumento do número de Unidades de Conservação, tais áreas ainda carecem de recursos financeiros e humanos para sua efetiva consolidação e adequado manejo. Problemas institucionais são ainda comuns, mas embora existam, grandes passos já foram dados no sentido de potencializar o cumprimento dos objetivos de uma UC. Com a consolidação das unidades em um sistema único, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as estratégias e ferramentas desenvolvidas até então estão sendo consolidadas, enquanto novas demandas surgem em fluxo contínuo, sejam elas internas - o efeito do uso público - ou externas - a criação de corredores de vegetação -, para assegurar o fluxo gênico e, conseqüentemente, a manutenção das espécies.

Com o inchaço dos centros urbanos e a redução das áreas naturais, aumenta cada vez mais a procura por estes ambientes, transformando o ecoturismo em uma das principais estratégias de desenvolvimento econômico da atualidade. Embora ainda pouco explorado no Brasil, o ecoturismo já demonstra a necessidade de seu desenvolvimento e real implementação, pois a inserção de pessoas em áreas naturais possui também impactos

negativos associados. Este aumento quando ocorre em áreas desestruturadas pode favorecer os processos de degradação, os quais devem ser monitorados e mitigados.

Os Parques Nacionais que possuem, dentre outros objetivos, o de prover a visitação, já experimentam um aumento do fluxo de visitantes, principalmente os que se encontram próximos aos grandes centros urbanos. Cada vez mais surgem novos adeptos do ecoturismo, turismo de aventura e científico que, somados às deficiências de gestão e manejo destas áreas podem trazer consequências desastrosas.

Como exemplo desta situação, o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), localizado no bloco da Região Serrana Central Fluminense, experimenta um crescente aumento no fluxo de visitantes e, a cada ano, vem superando seus recordes de visitação. Único Parque Nacional presente nesta área, o PARNASO vem se estruturando para receber seus visitantes, a fim de não servir novamente de palco para o vandalismo experimentado no passado, quando houve a total destruição de seus quatro abrigos de montanha. A grande diversidade de espécies somada aos atrativos naturais de belezas cênicas reconhecidas internacionalmente fazem deste parque um importante alvo para o desenvolvimento do turismo em harmonia com a natureza, o que é, hoje, de grande valor para o desenvolvimento da consciência ecológica cidadã.

Análises criteriosas baseadas em indicadores físicos e biológicos devem ser feitas para que a conservação e a visitação possam ocorrer, simultaneamente, nas áreas protegidas, estimulando o desenvolvimento econômico do entorno e trazendo benefícios à comunidade como um todo, seja a residente ou a visitante, fazendo cumprir os objetivos propostos.

Assim, este estudo visou identificar e analisar os impactos causados pela visitação na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, sobre a biota local, o meio físico e sobre os próprios visitantes, a fim de sugerir qual a melhor metodologia para o cálculo da Capacidade de Carga – que representa o número de indivíduos que uma área pode suportar - no contexto das UC da Floresta Atlântica e propor formas de manejo para amenizar seus efeitos sobre a trilha, bem como determinar mecanismos de monitoramento para estas áreas. Os objetivos específicos foram:

- Identificar os impactos sobre a vegetação herbácea;
- Identificar os impactos sobre o banco de sementes da serapilheira;
- Identificar os impactos sobre a fauna de formigas da serapilheira;
- Identificar os impactos sobre o meio físico;
- Verificar a percepção dos visitantes sobre a qualidade dos recursos da área;
- Identificar o grau de conhecimento dos visitantes sobre o programa de Conduta Consciente em Ambientes Naturais do Ministério do Meio Ambiente (MMA);
- Analisar fatores naturais e de manejo que possam favorecer a redução dos impactos da visitação sobre o ecossistema;
- Verificar variações nos níveis de impacto através de duas diferentes metodologias para determinação da Capacidade de Carga a fim de identificar qual possui maior aplicabilidade na Mata Atlântica do PARNASO;
- Estabelecer indicadores de degradação para o monitoramento das trilhas e acampamentos;
- Calcular a Capacidade de Carga da trilha da Pedra do Sino e fazer uma comparação com a capacidade atual.

Para tanto, a presente Dissertação está dividida em cinco capítulos. Nos quatro primeiros, considerou-se um indicador biótico ou abiótico para avaliar os impactos causados pela visitação à Trilha da Pedra do Sino e o último faz uma síntese dos anteriores agregando novas informações. O Capítulo I trata dos efeitos da trilha sobre a vegetação herbácea; o II dos efeitos sobre o banco de sementes da serapilheira; o III dos efeitos sobre a fauna de formigas da serapilheira; o capítulo IV oferece uma visão do atual estado de conservação da trilha da Pedra do Sino com base em mensurações físicas; e o V trata da capacidade de carga turística da trilha com base em duas metodologias a fim de verificar se a capacidade de carga estimada pelo parque encontra-se dentro dos padrões encontrados na literatura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Floresta Atlântica

A partir da década de 60, uma nova consciência de responsabilidade ambiental surgiu em um mundo cada vez mais globalizado, com novas produções bibliográficas como “*Silent Spring*” (CARSON, 1962) e “Os Limites do Crescimento” (MEADOW *et al.* 1970), além de movimentos político-ambientais tais como a criação do Clube de Roma (1968) e a Conferência de Estocolmo (1972). Esse conjunto de publicações e movimentos internacionais culminou em um desenvolvimento ambientalista que, de certa forma, serviu como base para alavancar pesquisas direcionadas à conservação dos ecossistemas. A partir disto, esforços foram feitos no sentido de determinar quais áreas seriam os principais alvos para conservação, o que culminou com o desenvolvimento do conceito de *hotspot*, que são áreas prioritárias para a preservação devido ao grau de endemismo, à concentração de espécies e às elevadas taxas de pressão antrópica (MYERS, 1988). Dentre estes *hotspot* está a Floresta Atlântica, que foi o único ecossistema nacional a fazer parte da primeira lista com 10 localidades (MYERS, 1988).

Cerca de uma década depois de Myers, novos estudos, liderados por R. Mittermeir, sugeriram novas áreas e, recentemente, ampliaram para 34 o número de *hotspots* mundiais, desta vez com a participação de mais de 100 pesquisadores (MITTERMEIR, 2003). No entanto, diferentemente do primeiro trabalho realizado por Myers (1988), estes novos estudos levaram em consideração fatores quantitativos, como a presença de, pelo menos, 1500 espécies endêmicas e 75% ou mais de sua vegetação destruída.

Neste contexto, a Floresta Atlântica apresenta-se, infelizmente, em posição de destaque com apenas 8% de sua cobertura vegetal original, sob intensa pressão antrópica causada por diferentes fontes (fronteira agrícola, urbanização, predação, introdução de espécies exóticas etc) e altamente fragmentada, com apenas duas grandes áreas capazes de sustentar uma população mínima viável de algumas espécies de vertebrados: a Serra do Mar, entre São Paulo e Paraná no Brasil, e a região de Misiones, entre o Parque Nacional do Iguaçu, no Brasil, e regiões fronteiriças da Argentina e Paraguai (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005). Além disto, a região da Floresta Atlântica brasileira concentra grande parte da população nacional, os maiores centros econômicos produtivos do país e uma grande diversidade de populações tradicionais que estão diretamente relacionados a este habitat, ampliando ainda mais os desafios para a sua conservação.

Embora o estado do Rio de Janeiro não faça parte destes blocos devido ao contínuo processo destrutivo de seus ecossistemas, com atividades madeireiras, agrícolas e especulação

imobiliária, apresenta, ainda, cerca de 20% da cobertura original da Floresta Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2006). Tal cobertura, embora pequena, é, aparentemente, elevada quando comparada a outros estados que também apresentam remanescentes desta formação florestal (ROCHA *et al.* 2003). Apesar disto, os remanescentes fluminenses apresentam-se sobre forte pressão antrópica, gerada, principalmente, pela expansão urbana descontrolada, industrialização e migrações, chegando mesmo a serem considerados por Rocha *et al.* (2003) como um *hotspot* dentro do *hotspot* Floresta Atlântica. Os efeitos negativos da ação antrópica, relacionados a uma elevada taxa de crescimento populacional, geraram os dois principais problemas enfrentados pelos conservacionistas: a destruição e a fragmentação de um dos ecossistemas que concentram a maior diversidade de organismos do Brasil e do mundo (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005).

2.2 Preservação e conservação da Floresta Atlântica

Uma das principais estratégias de conservação de áreas naturais tem sido a criação de áreas destinadas à preservação e/ou conservação dos recursos naturais, mais conhecidas como Unidades de Conservação (doravante denominadas UC). A União Internacional para Conservação da Natureza (UICN) estabelece oito tipologias, com diferentes níveis de restrições quanto à utilização dos recursos (PRIMACK & RODRIGUES, 2001):

- **Reservas Naturais** e as **Áreas Virgens** são territórios rigorosamente protegidos para fins de estudos científicos, educação e monitoramento ambiental;
- **Parques Nacionais** são grandes áreas de beleza natural cênica, mantidas com o propósito de dar proteção a um ou mais ecossistemas e para uso científico, educacional e recreativo;
- **Monumentos e áreas de referência nacional** são reservas menores destinadas a preservar características biológicas, geológicas ou culturais singulares de interesse especial;
- **Santuários e Reservas Naturais** manejados são semelhantes às reservas naturais restritas, porém um pouco de manipulação pode ocorrer a fim de se manter as características da comunidade;
- **Áreas de Proteção Ambiental** são áreas que permitem o uso tradicional não destrutivo do meio ambiente pela população local, particularmente onde este uso tenha gerado uma área de características culturais, estéticas e ecológicas distintas;
- **Reservas de Recursos** são áreas nas quais os recursos naturais são preservados para o futuro e onde a utilização de recursos é controlada de forma compatível com as políticas nacionais;
- **Áreas naturais bióticas e reservas antropológicas** são áreas nas quais as sociedades tradicionais continuam mantendo seu modo de vida sem interferência externa;
- **Áreas de manejo de uso múltiplo** dão oportunidade a uma utilização sustentável de recursos naturais, incluindo água, pastagem para gado, extração de madeira, turismo e pesca.

Segundo Galindo-Leal & Câmara (2005), o número de UC na Floresta Atlântica aumentou substancialmente nos últimos 40 anos, chegando a pouco mais de 650 áreas

protegidas, embora as mesmas possuam áreas relativamente pequenas e apenas cerca de 20% estejam sob o regime de Proteção Integral, segundo a UICN.

No Brasil, a lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), consolidando a estrutura normativa relativa às UC e reunindo os instrumentos e normas existentes utilizados até então. Esse sistema estabelece critérios e normas para a criação, implementação e gestão das UC. As unidades contempladas no SNUC dividem-se em dois grupos: as de Uso Sustentável e as de Proteção Integral dos Recursos Naturais.

No que tange à efetividade do manejo no Brasil, Medeiros & Garay (2006) sugerem que boa parte das áreas protegidas continua a existir apenas “no papel”, distante da sociedade e, praticamente, não incorporada aos processos de desenvolvimento local e regional. A efetiva atuação da UC pode ser alcançada através da incorporação da comunidade do entorno em atividades relacionadas ao turismo - de aventura, ecológico (ecoturismo) ou científico - gerando renda e proporcionando outras formas de exploração que não a extração direta de madeira, palmito, xaxim, caça etc, praticadas ainda hoje (MAGRO *et al.*, 2007).

No Estado do Rio de Janeiro as áreas federais protegidas por Unidades de Conservação de Proteção Integral junto com as de Uso Sustentável somam cerca de 23,4% de sua área total (ROCHA *et al.* 2003). Tais áreas situam-se, em sua grande maioria, nos cinco grandes blocos florestais que ainda resguardam parte dos remanescentes da Floresta Atlântica no Estado (ROCHA *et al.*, 2003). Dentre estes blocos, o da Região Serrana Central abrange um dos maiores mosaicos de remanescentes florestais do Estado, compreendendo uma faixa de leste a oeste, acompanhando a linha da costa no centro do Rio de Janeiro, abrangendo os municípios de Nova Iguaçu, Miguel Pereira, Duque de Caxias, Japeri, Queimados, Petrópolis, Teresópolis, Magé, Guapimirim, Cachoeiras de Macacu, Nova Friburgo e Silva Jardim (Figura 2.1).

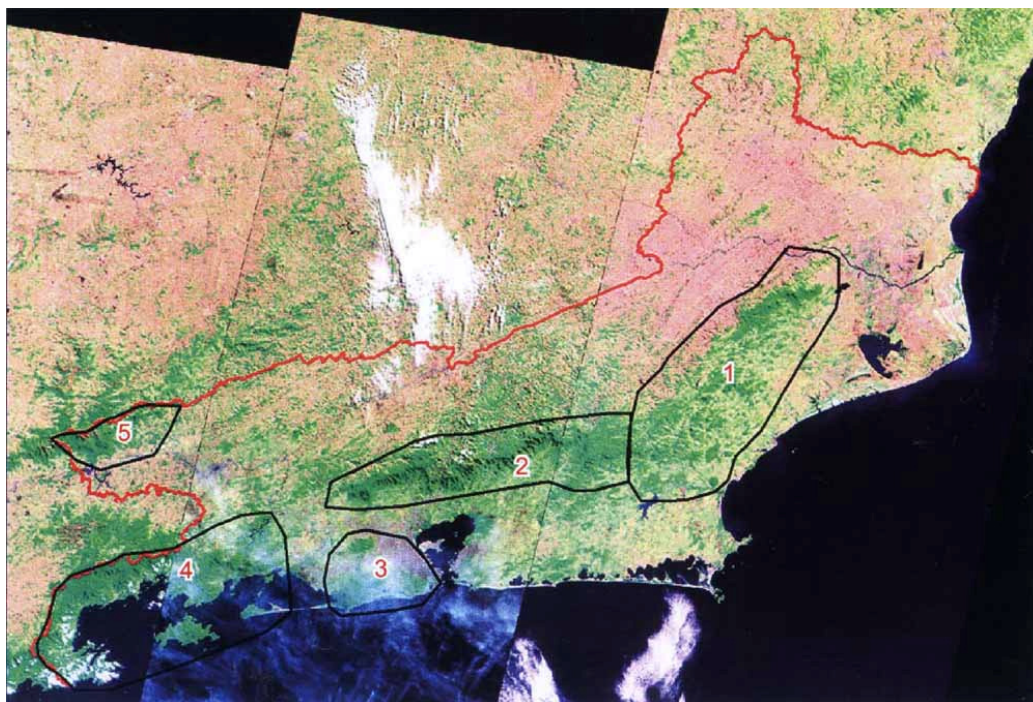


Figura 2.1: Os últimos grandes blocos remanescentes da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro com destaque para o de número (2) onde se localiza a área de estudo (adaptado de ROCHA *et al.*, 2003).

No Bloco da Região Serrana Central está inserido o Mosaico de Áreas Protegidas da Região Serrana Central, formado por 15 Unidades de Conservação públicas e privadas (Figura 2.2) geridas através de um Núcleo Regional de Unidades de Conservação (NURUC), cujo objetivo central é manter a conectividade entre os fragmentos ainda existentes, assegurando a manutenção dos ecossistemas locais, mantendo o fluxo gênico e gerando serviços ambientais à comunidade como produção de água, amenização climática, qualidade de vida, melhoria na qualidade do ar, ecoturismo, entre outros (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Tais serviços fazem deste mosaico uma área de extrema importância, em termos de conservação, dentro do contexto em que se insere (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Neste Mosaico, as Unidades de Uso Sustentável perfazem um total de 61.850 ha e as Unidades de Proteção Integral totalizam 91.138,45 ha (ROCHA *et al.*, 2003).

Dentre as UC de Proteção Integral que compõem este mosaico está o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), que assim como os demais parques nacionais, possui como objetivo básico “a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico” (SNUC, 2000). A visitação pública nestas áreas é permitida, mas está sujeita às normas e restrições estabelecidas no plano de manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão gestor e àquelas previstas no regulamento dos Parques Nacionais brasileiros (SNUC, 2000).

Sendo uma das primeiras áreas criadas a partir do Código Florestal de 1934 no Brasil, o PARNASO, criado em 1939 (Decreto Federal nº 1822), abrange parte dos municípios de Guapimirim, Magé, Petrópolis e Teresópolis. Sua importância encontra-se nos objetivos de manejo a ele destinados, sejam eles de “proteção e preservação de unidades importantes ou sistemas completos de valores naturais ou culturais; proteção dos recursos genéticos; desenvolvimento da educação ambiental; oportunidades para a recreação pública; ou facilidades para a investigação e pesquisa científica” (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Além destes, o PARNASO possui como razões de sua implantação “o abastecimento de água para a população urbana de Teresópolis; importância por conter parte da vegetação natural da região inalterada; além de seu indiscutível valor turístico devido aos monumentos geológicos exuberantes, aos recursos hídricos, à Floresta Atlântica e à paisagem fantástica, constituindo fator de grande atrativo turístico para pessoas de todas as partes do mundo” (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

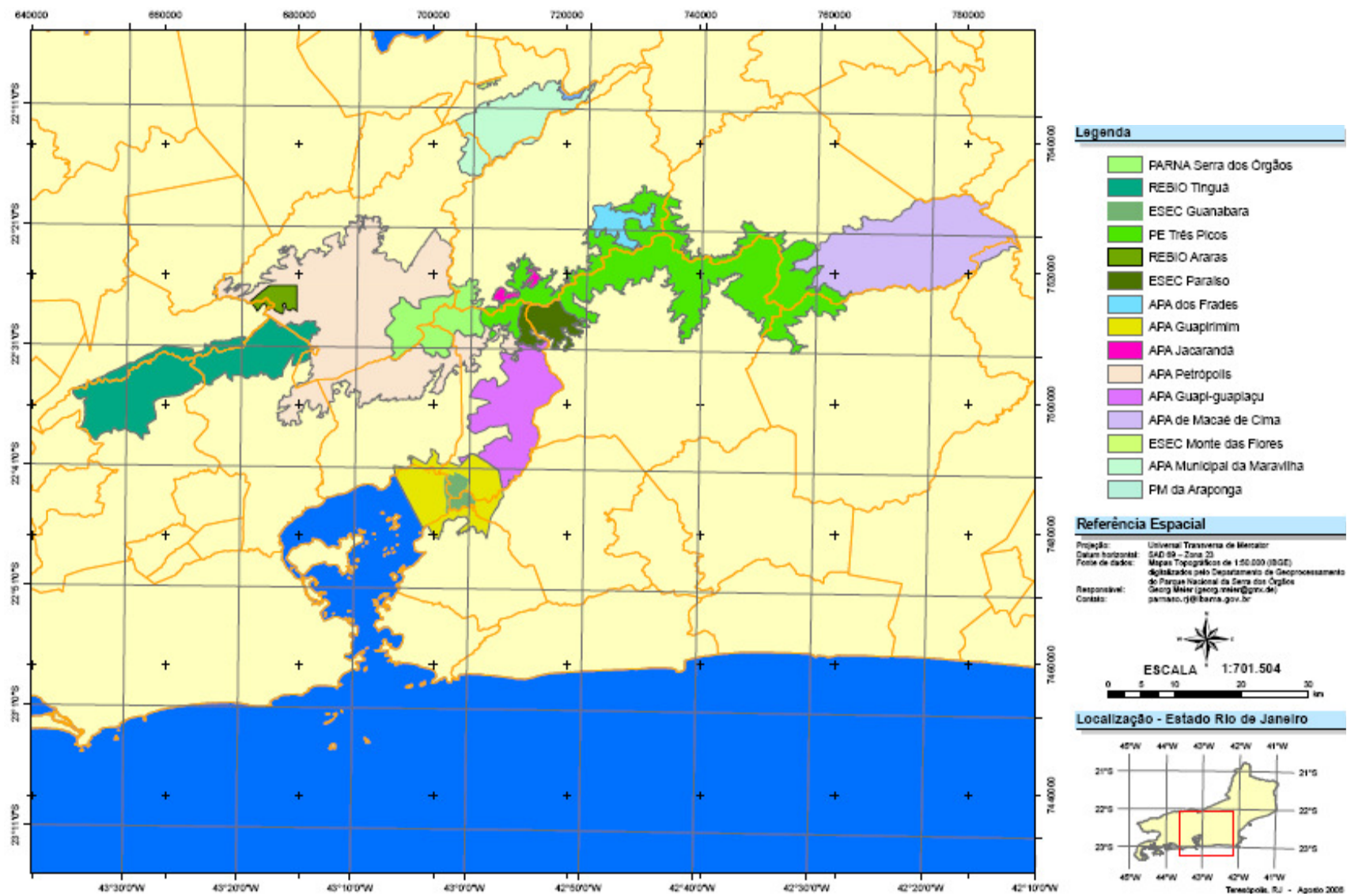


Figura 1.2: Localização do Parque Nacional da Serra dos Órgãos em relação ao Mosaico de Áreas Protegidas da região Serrana Central (modificado a partir de Plano de Manejo, VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

2.3 O uso público em Unidades de Conservação

A prática tem demonstrado que, para quem pretende conhecer e aprender a interpretar a Serra do Mar, seguramente não existe maneira mais interessante do que através de uma trilha. Em algumas regiões do Brasil, como no Paraná, já existe, há algum tempo, o reconhecimento e a prática do esporte de escalada ou caminhada nos picos da Serra do Mar como ferramenta de educação ambiental e sensibilização (STRUMINSKI, 2001). Além disso, com o aumento da urbanização, tornou-se crescente a demanda por espaços naturais onde o exercício físico, combinado com o descanso mental proporcionado, é bastante apreciado. Belart (1978) sugere que andar, caminhar, passear, escalar, excursionar, longe do atropelo, da aglomeração, do ruído e do tráfego de veículos é, hoje em dia, um dos passatempos favoritos da maior parte das pessoas. É a forma de recreação mais econômica, sadia e que oferece maiores oportunidades à observação, pesquisa, tranquilidade e devaneio.

Os Parques Nacionais ao redor do mundo, apesar de todas as suas diferenças quanto à localização, biodiversidade, populações do entorno e grau de desenvolvimento do país, enfrentam uma série de problemas de manejo similares (MAGRO, 2007), que vão de ameaças à preservação e questões sócio-culturais de competição no uso dos recursos da área protegida, a problemas administrativos e institucionais relacionados à falta de verbas para sua manutenção (BARROS, 2003). Durante muito tempo, os órgãos responsáveis pela administração destes Parques consideraram que o mais assustador de todos esses problemas era o impacto ambiental gerado pelo uso público (KINKER, 2002), o que indica a necessidade de um maior controle do ecoturismo e de seus potenciais impactos negativos (BOYD & BUTLER, 1996).

O crescimento do uso público em áreas naturais protegidas tem implicações ambientais, econômicas e sociais. Pesquisadores, administradores e técnicos da área ambiental veem-se frente ao grande e crescente número de visitantes e seus impactos associados. Planejar o uso atual, acomodar o crescimento futuro da visitação pública e, ao mesmo tempo, alcançar um equilíbrio apropriado na conservação dos recursos naturais representa um desafio considerável para os profissionais da área (BARROS, 2003). Segundo Medeiros & Garay (2006), o Brasil, país megadiverso e culturalmente rico, tem a oportunidade histórica de estabelecer novas bases para a conservação e utilização de sua biodiversidade, contemplando definitivamente as dimensões humanas neste processo. Isto não terá êxito se não for substituída a lógica de proteção que encontra sustentação em antigos paradigmas protecionistas baseados no antagonismo “sociedade/natureza”.

O turismo direcionado a áreas naturais representa um crescimento mundial estimado em 10 a 30% ao ano (MMA/SBF, 2006). O Brasil possui posição de destaque neste sentido, pois abriga grande extensão territorial com diversos ecossistemas e peculiaridades culturais inerentes a cada microrregião. Portanto, o crescimento interno do ecoturismo é uma grande realidade, representando uma fatia econômica ainda pouco explorada (BECKER, 2001; KINKER, 2002).

Atualmente, os impactos negativos causados pelo uso público são consideráveis, especialmente quando levamos em conta a crescente demanda por lazer junto aos ambientes naturais, gerada por um inchaço urbano que restringe este contato cotidiano. Assim, o que se observa é que, embora o tipo de visitante possa influenciar no nível de impacto (HALL & COLE, 2007; MARION & REID, 2007), o manejo adequado das áreas pode reduzir, em muito, as consequências negativas da visitação, oferecendo um ambiente também adequado ao crescente desenvolvimento do ecoturismo (LIDDLE, 1997 *apud* BARROS, 2003).

Para que resultados satisfatórios possam ser obtidos, o manejo de Parques Nacionais deve ser feito com bases científicas que deem suporte às tomadas de decisão pelos gestores. Segundo Hockings (2003), os problemas das áreas protegidas no mundo podem ser agrupados em três categorias: (1) ações de ameaça aos recursos naturais e culturais das áreas protegidas; (2) recursos inadequados para o manejo; e (3) problemas institucionais e de capacitação, onde estão incluídas políticas inapropriadas, manejo de sistemas ou processos funcionalmente pobres e pessoal inadequadamente treinado. Desta forma, para que se possa atender aos objetivos de conservação destas áreas é necessário um conhecimento técnico/científico mais detalhado destas unidades, de forma a fornecer ferramentas de monitoramento, aprimoramento e aplicação de diferentes técnicas de manejo. Sugere-se que os gestores trabalhem em parceria com os pesquisadores no intuito de direcionar a pesquisa para a otimização da coleta de dados. Com uma melhor caracterização da área, torna-se possível prever alterações de curto e médio prazo e, desta forma, antecipar as ações de manejo para a manutenção das características naturais do habitat (COLE & LANDRES, 1996; TAKAHASHI, 2004; MAGRO *et al.*, 2007; VIVEIROS DE CASTRO & CRONEMBERGER, 2007).

As trilhas e acampamentos nas UC são partes integrantes da zona tangível destas unidades de Proteção Integral, sendo meios para que a população se beneficie deste espaço ao mesmo tempo em que ele se mantém em níveis toleráveis de conservação (SNUC, 2000). Desta forma, espera-se que estas sejam adequadas à conservação das áreas de uso comum da UC e que apresentem uma estrutura mínima que permita uma visita de qualidade. O manejo de trilhas ainda é novidade no Brasil, mas experiências em outros países têm demonstrado que a manutenção de tais áreas pode ser feita através de investimentos no uso público e em pesquisa, manejo e monitoramento das mesmas, buscando avaliar os possíveis impactos associados e compatibilizando seu uso aos objetivos destas unidades (COLE & LANDRES, 1996; CIFUENTES, 1999; BÁEZ & ACUÑA, 2003).

O PARNASO vem sendo intensamente utilizado nas últimas décadas por um número relevante de ecoturistas e turistas de aventura, recebendo o recorde de 97.333 visitantes no ano de 2006 (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Este número representa um crescimento de quase 30% em relação a 2005 e, em 2007, alcançou a marca de 112.939 visitantes batendo novamente seu recorde (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Além disso, em setembro de 2008, foi lançado o Programa Turismo nos Parques (MMA, 2008), com o objetivo de aumentar a visita nas UC. Assim, o PARNASO, que foi contemplado pelo programa, poderá proporcionar melhorias de infraestrutura para assegurar a qualidade da visita aumentando ainda mais o fluxo de turistas (MMA, 2008).

2.4 Ecologia da Recreação

Os impactos do uso recreacional vêm sendo analisados em áreas protegidas de várias regiões do planeta, especialmente naquelas que recebem grande número de visitantes (COLE & MONZ, 2003; COOK, 2003; MONZ, 2006), de forma a assegurar que os ecossistemas protegidos mantenham suas funções o menos alteradas possível (LECHNER, 2006). Com isso, surge na academia uma nova linha de pesquisa relacionada ao tema. Diversos pesquisadores, principalmente nos países ricos, se dedicam ao estudo destas novas relações ecológicas, atentando sempre no sentido de quebrar o antagonismo “sociedade/natureza” (MEDEIROS & GARAY, 2006).

Embora ainda pouco utilizado no Brasil, o termo Ecologia da Recreação (do inglês *Recreation Ecology*), surgiu somente na década de 1970 (COLE, s.d.) e é definido como a pesquisa responsável por avaliar o impacto da visitação em ambientes naturais, fornecendo propostas para a redução desses impactos (LEUNG & MARION, 2000). A importância de tais estudos reside em reunir dois mandatos legais primários: proteção do recurso e provisão da recreação (LEUNG & MARION, 2000). Os primeiros estudos relacionados aos impactos da visitação surgiram nas décadas de 1920 e 1930 (MEINECKE, 1928, e BATES, 1935 *apud* LEUNG & MARION, 2000), embora somente nas décadas de 1960 e 1970 tenham sido desenvolvidos os trabalhos mais substanciais (IUCN, 1967, e ITTNE *et al.* 1979 *apud* LEUNG & MARION, 2000). No entanto, foi apenas a partir dos anos 80 que os estudos se expandiram, diversificaram e aumentaram seu foco (LEUNG & MARION, 2000; COLE, s.d.), avaliando diferentes componentes dos ecossistemas (FONT & TRIBE, 1999; COOK *et al.*, 2003; COLE & SPILDIE, 2006) (Tabela 1.1).

Atualmente, as atividades de pesquisa na ecologia da recreação estendem-se a diversos lugares em todo o mundo. Diferentes áreas sofrem efeitos similares relacionados ao turismo desregrado e publicações referentes a este tema podem ser encontradas para a Austrália (SCHERRER & GROWCOCK, 2006), Inglaterra (LIDDLE, 1997), Canadá (SHEPHERD & WHITTINGTON, 2006), Nova Zelândia (ATAWHAI, 1994), Bélgica (ROOVERS, 2005), Ásia (LEUNG, 2002), América Central (BAÉZ, 2003) e América do Sul (CIFUENTES *et al.*, 1999).

Segundo Cole (2004), o impacto total sobre as áreas utilizadas pelos visitantes se dá através do somatório entre a área impactada e a intensidade do impacto (Figura 1.3). Assim, é importante que os gestores destas áreas ajam diretamente sobre cada um destes fatores no intuito de minimizar o impacto final produzido. Neste sentido, os impactos indesejáveis às áreas naturais podem ser limitados se as atividades recreacionais tiverem sua área centralizada, diminuindo o impacto total. Cole (2004) também destaca que numerosos estudos – com metodologias diversificadas, em diferentes ecossistemas e sítios de recreação, mensurando também diferentes variáveis – chegam ao mesmo resultado: a relação entre a frequência de uso e o aumento dos impactos é dada por uma curva assintótica (Figura 1.4), ou seja, inicialmente ocorrem grandes modificações estruturais e, a partir de determinado momento, os impactos se estabilizam devido à rustificação do ambiente.

Leung & Marion (2000) destacam os sete principais temas pesquisados em relação aos impactos da recreação: (1) Diferentes tipos; (2) Magnitude e significância; (3) Relação entre aumento de uso e intensidade; (4) Fatores contribuintes; (5) Melhora ou piora das condições através do tempo; (6) Efetividade das ações dos visitantes e de manejo de sítio; e (7) Melhoria da pesquisa e dos métodos para acessar os impactos. Além disso, dentre as lacunas do conhecimento, citam: a análise de fatores e processos básicos; significância dos impactos e consequências de longo prazo; desenho, acurácia e precisão nos resultados para monitorar e acessar os impactos; efetividade de manejo; novas localizações, atividades e tecnologias; e a falta de equipe e de fundos para efetiva concretização dos objetivos de manejo (LEUNG & MARION, 2000).

Tabela 2.1: Os efeitos diretos e indiretos da visitação pública sobre os componentes ecológicos em áreas naturais, adaptado de Leung & Marion (2000).

COMPONENTES ECOLÓGICOS				
	SOLO	VEGETAÇÃO	FAUNA	ÁGUA
EFEITOS DIRETOS		Redução da altura e do vigor	Alteração do habitat	Introdução de espécies exóticas
	Compactação	Perda da cobertura da vegetação do solo	Perda de habitats	Aumento da turbidez
	Perda de matéria orgânica	Perda de espécies frágeis	Introdução de espécies exóticas	Aumento na entrada de nutrientes
	Perda de solo mineral	Baixa de árvores e arbustos	Hostilização da fauna silvestre	Aumento no nível de bactérias patogênicas
		Danos ao tronco das árvores e introdução de espécies exóticas	Modificação no comportamento da fauna	Alteração da qualidade da água
EFEITOS INDIRETOS/ DERIVADOS	Redução da mistura do solo		Deslocamento dos alimentos, água e refúgios	
	Redução da porosidade	Mudança na composição	Redução da saúde e aptidão	Redução na saúde dos ecossistemas aquáticos
	Erosão acelerada	Alteração microclimática	Redução na reprodução	Mudança na composição
	Alteração das atividades microbiológicas	Acelerada erosão do solo	Aumento na mortalidade	Excessivo crescimento de algas
			Mudança na composição	

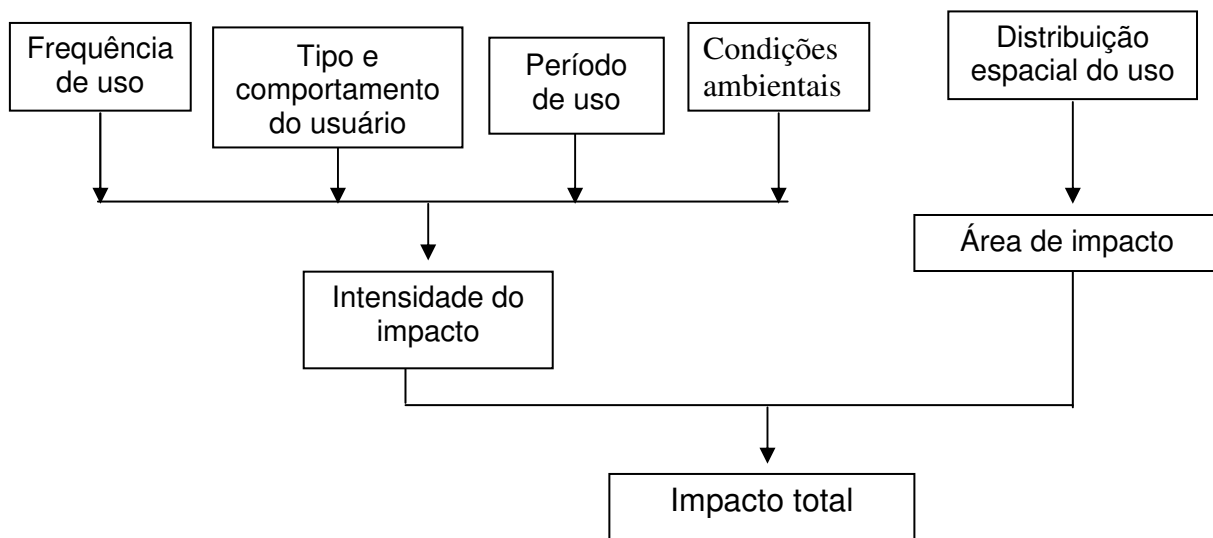


Figura 2.3: Impacto total produzido por visitantes em ambientes naturais (modificado a partir de COLE, 2004).

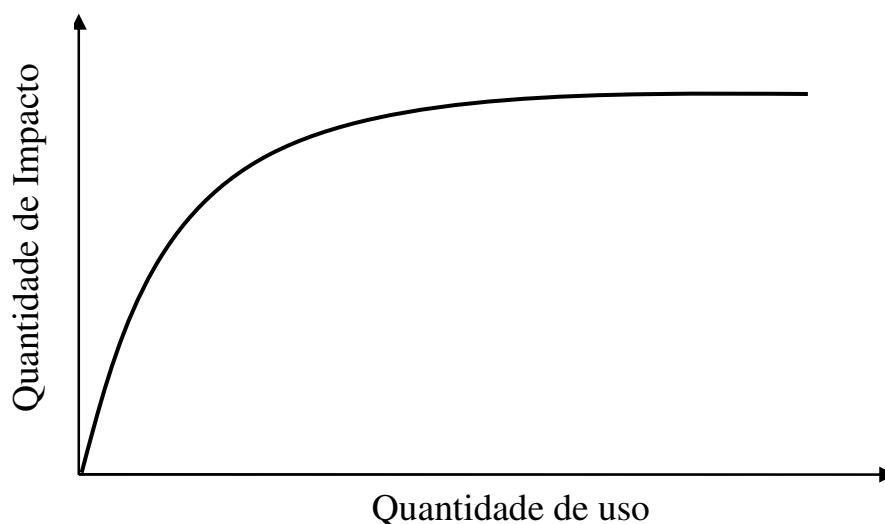


Figura 2.4: Curva assintótica demonstrando a tendência geral dos impactos negativos dos visitantes em áreas naturais (modificado a partir de COLE, 2004).

A Terceira Conferência Internacional em Monitoramento e Manejo do Fluxo de Visitantes em Áreas Protegidas e Recreacionais, realizada em 2006 na Suíça, reuniu pesquisadores e gestores de 30 países, com cerca de 150 trabalhos apresentados, em 18 diferentes temas. Esta conferência mostrou o reconhecimento internacional da importância da gestão do uso público na integração entre a conservação e a visitação recreativa em ambientes naturais. A Conferência buscou discutir as seguintes questões (SIEGRIST *et al.*, 2006):

- Quais os impactos do uso turístico e de atividades recreativas sobre as áreas de recreação protegidas e de que forma estes podem ser apresentados?
- Que imagens da paisagem, natureza e fauna silvestre são a base para a utilização e gestão das áreas protegidas de recreação?
- Que exigências devem ser cumpridas para que o desenvolvimento regional e o turismo baseado na natureza possam ter lugar em relação aos fins recreativos e à conservação das áreas protegidas?
- O quanto a prática atual da pesquisa nessa área é relevante e como os resultados são integrados no planejamento e manejo das mesmas?

A relação entre manejo e ciência é recíproca. Cientistas da recreação precisam das decisões dos gestores para que estes deem sentido e foco para suas pesquisas, assim como os gestores de uso público precisam dos dados empíricos dos cientistas da recreação para ajudá-los a desenvolver os estados finais desejados (COLE, 2004a; VIVEIROS DE CASTRO & CRONEMBERGER, 2007).

2.5 Ecologia da recreação no Brasil

No Brasil, a Ecologia da Recreação ainda é pouco explorada, mas, como nos demais países em desenvolvimento, há tendência de ampliação dos estudos devido à necessidade de manejo das áreas visitadas, o que amplia a discussão sobre as técnicas e metodologias utilizadas para reduzir os impactos negativos da visitação (LIMA *et al.*, 2005; SOBRAL *et al.*, 2007). Neste caso, a experiência internacional relacionada ao tema pode servir de base

para um melhor planejamento e acomodação do uso público das UC nacionais para não incorrer em velhos erros já experimentados por outros países (LINDBERG, 1998).

Desde 1979, tendo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) como responsável, vinha sendo discutida a criação de um “Plano do Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil”, como foi chamado o primeiro estudo junto a Fundação Brasileira para Conservação da Natureza (FBCN) (MEDEIROS, 2006). Tal estudo deu sequência a uma série de trabalhos que culminaram no Projeto de Lei nº 2892/92 encaminhado ao Congresso Nacional, que, após oito anos de tramitação e inúmeras alterações até sua aprovação em 2000, na Lei nº 9.885/2000, criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (MEDEIROS, 2006). Durante este período, antes mesmo da sua criação, pesquisadores já discutiam as formas de manejo mais apropriadas para atingir os objetivos destinados a estas áreas. Fazendo parte disso, a comunidade científica se organizou, em 1997, para a realização do I Congresso Brasileiro Sobre Unidades de Conservação (CBUC) e, desde então, vem discutindo os temas relacionados à administração, biologia da conservação, manejo, planejamento, política e legislação. Pouco tem sido estudado em relação ao uso público destas áreas, sendo inclusive observada uma diminuição dos trabalhos relacionados à capacidade de carga das UC, nos últimos congressos (SOUZA & PADOVAM, 2007).

Portanto, somente depois de 60 anos da criação do primeiro Parque Nacional brasileiro surgiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC; Lei N 9.985, de 18/07/2000), cuja expectativa era proporcionar, a médio e longo prazos, uma maior eficiência também na gestão da visitação nestas áreas (GUATURA, 2002). Mesmo assim, as UC ainda carecem de recursos humanos e materiais para sua consolidação e efetiva gerência de seus recursos naturais, estando boa parte destas apenas no papel, com Planos de Manejo desatualizados e sem potencial de execução devido às políticas setoriais adotadas pelo governo (ZIMMERMANN *et al.*, 2006).

Embora possua grande potencial e demanda, tanto interna quanto externa, o Brasil ainda não possui um programa eficiente para gerir os impactos relacionados ao uso das áreas naturais protegidas e, segundo Zimmermann e colaboradores (2006), apenas 35% dos Parques Nacionais estão oficialmente abertos à visitação e possuem condições mínimas de organização e infraestrutura, e somente 15% possuem Plano de Uso Público para orientar a gestão das atividades de visitação e educação ambiental.

Mesmo tendo ocorrido, em vários CBUN, seminários e grupos de trabalho discutindo o manejo do uso público nas UC, poucos são os estudos encontrados versando sobre este tema. Souza & Padovan (2007) identificaram, nos quatro primeiros congressos realizados, apenas onze trabalhos relacionados com o tema de Capacidade de Carga, o que representa 3,4% do total. Destes trabalhos, a maior parte aplicou a metodologia de Capacidade de Carga Turística elaborada por Cifuentes (1992). Destes, a maioria foi realizada em unidades do Grupo de Proteção Integral na Mata Atlântica - mais especificamente no Estado de São Paulo - e, sob a ótica dos próprios autores, os resultados da aplicação dos métodos foram considerados positivos (SOUZA & PADOVAN, 2007).

Ainda que tais trabalhos estejam diretamente relacionados ao impacto da visitação, outros, que têm como foco a educação ambiental, vêm ganhando espaço. Em 2007, onze trabalhos diretamente relacionados ao uso público foram publicados nos Anais do V CBUC (NUNES *et al.*, 2007). Entretanto, o maior número de publicações, muito provavelmente, é fruto das discussões realizadas no ano anterior (2006) no I Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas realizado no Rio de Janeiro, com a apresentação de 17 trabalhos divididos em quatro temas principais: A trilha, O homem, A Flora e a Fauna e, Turismo e Recreação (MELLO, 2006). Além disso, neste mesmo ano foram lançadas pelo

Ministério do Meio Ambiente as “Diretrizes para Visitação em Unidades de Conservação” (MMA/SBF, 2006), que têm como objetivo: “apresentar um conjunto de princípios, recomendações e diretrizes práticas, com vistas a ordenar a visitação em Unidades de Conservação, desenvolvendo e adotando regras e medidas que assegurem a sustentabilidade do turismo”. Como pode ser observado, o tema ainda é bem atual e seu desenvolvimento só está sendo possível graças à centralização das UC em um sistema único, o SNUC.

Em 2003, no Simpósio “Protegendo e restaurando as relações entre os homens e as paisagens selvagens”, realizado em Piracicaba, SP, Magro (2007), trabalhando com estudantes, professores e profissionais que lidam diretamente com a proteção de áreas naturais brasileiras, identificou a recreação como uma nova ameaça a estas áreas. Segundo a autora, todos os grupos citaram a recreação em suas listagens relacionadas aos problemas enfrentados pelos gestores de áreas naturais. Assim, uma série de fatores age em sinergia para que o tema “uso público em UC” venha chamar a atenção dos gestores e da comunidade científica envolvida nestas áreas:

- a expansão do turismo com conseqüente aumento da receita gerada por ele, sendo reconhecido como uma das mais importantes atividades econômicas da atualidade (KINKER, 2003);
- o importante papel do estreitamento das relações homem/natureza, trazendo de volta laços que haviam ficado para trás em momentos da revolução industrial e desenvolvimento tecnológico, servindo na conscientização ambientalista como um importante mecanismo de educação ambiental, seja através do simples contato com a natureza, ou de trilhas guiadas e interpretativas (GUIMARÃES S.D.);
- os impactos diretos ocasionados por visitantes, tendo como exemplo a destruição dos abrigos localizados na Trilha da Pedra do Sino, no PARNASO e o incêndio ocorrido no Parque Nacional do Itatiaia (PNI) como efeito do uso indevido de fogo por parte de montanhistas, além de trilhas com elevados graus de erosão e problemas de drenagem devido à abertura de atalhos e impacto do pisoteio (BARROS, 2003);
- a garantia da segurança do visitante nestas áreas, transformando a visita em uma atividade sadia que contribua com o seu bem-estar físico e mental;
- o impacto ocasionado pela simples presença humana sobre a biota destas áreas, pois além de assegurar a visita, a conservação destas áreas também é fator preponderante e pouco ainda se sabe dos efeitos negativos sobre os elementos da fauna e flora dos mais variados ecossistemas;
- e, dentre outros, a própria influência dos problemas enfrentados por parques ao redor do mundo que recebem grande número de visitantes e hoje são obrigados a restringir o acesso a áreas que outrora eram visitadas livremente.

Assim, uma maior preocupação com o uso público em UC surgiu no Brasil como efeito de discussões ocorridas, mais precisamente, nos anos pós SNUC, posto que este sistema apresenta, entre seus objetivos, o de “favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico” (SNUC, 2000). Desta forma, observa-se um aumento das discussões e um maior número de publicações nacionais relacionadas ao tema (e.g. MAGRO, 1999; FREITAS *et al.*, 2002; LIEBERG, 2003; BARROS, 2003; RIBEIRO & BÓÇON, 2004), aumentando o conhecimento sobre o assunto.

Este estudo visou avaliar o grau de perturbação causado pela visitação a trilha da Pedra do Sino, uma das trilhas mais antigas e de maior visitação do Parque Nacional da Serra

dos Órgãos, avaliando os impactos causados sobre a taxocenose de formigas, a comunidade de plantas herbáceas e o banco de sementes. Visa, também, testar o melhor método de avaliação da capacidade de carga, de forma a integrar dados bióticos, abióticos e dos visitantes, auxiliando os gestores desta unidade de conservação a determinar e delinear o manejo desta e de outras trilhas no PARNASO.

3 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) (entre as coordenadas 22° 32' e 22° 24' S e 43° 06' e 42° 69' W), localizado na entrada da cidade de Teresópolis, a 80 Km da cidade do Rio de Janeiro. O PARNASO apresenta área total de 10.653 ha (VIVEIROS DE CASTRO, 2008) e perímetro de 87Km, e abrange quatro municípios: Teresópolis, Petrópolis, Magé e Guapimirim (Figura 2.5).

Criado no governo Getúlio Vargas pelo Decreto-Lei nº 1822 de 30 de novembro de 1939, o PARNASO é o terceiro parque mais antigo do país. Recebeu grande parte da sua infraestrutura na década de 1940 e era frequentemente visitado por embaixadores e autoridades da república (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Instalações como a piscina natural, os prédios da administração, depósitos, garagem, residências funcionais e os quatro abrigos da Trilha da Pedra do Sino foram construídos nesta época (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

A partir da década de 1960, após a transferência da capital federal para Brasília, o parque enfrentou um período de decadência, com escassez de recursos para manutenção e depreciação da estrutura. Neste período, foram perdidos os abrigos e várias residências funcionais. Em 1980, foi iniciado um esforço para reerguer o parque, incluindo a publicação do Plano de Manejo, o decreto de definição de limites e compra de terras para regularização da situação fundiária. A década de 1990 foi um período de recuperação da estrutura física, com restauração dos prédios antigos, construção do Centro de Operações, Casa do Montanhista, transformação do Abrigo Paquequer na Pousada Refúgio do Parque, implantação do auditório “O Guarani” e do Centro de Visitantes (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

O PARNASO protege mananciais que drenam para as duas principais bacias hidrográficas fluminenses, a do Paraíba do Sul e a da Baía de Guanabara (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Do alto da Serra dos Órgãos, córregos, riachos e rios atravessam todo o território do Parque, cumprindo importante papel no abastecimento de água e na vida econômica, além de compor o cenário natural e preservar os ecossistemas da região (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

A região da Serra dos Órgãos está inserida no domínio morfo-climático Tropical Atlântico. O clima do Parque é tropical superúmido (com 80 a 90% de umidade relativa do ar), com média anual variando de 13° a 23° C (atingindo valores de 38°C a 5°C negativos nas partes mais altas) e variação pluviométrica de 1.700 a 3.600 mm, com concentração de chuvas no verão (dezembro a março) e período de seca no inverno (junho a agosto). O Clima, segunda Köppen, é do tipo Cwb, tropical de altitude, com uma curta estação seca (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

O Parque está situado no domínio da Mata Atlântica que, por ter sido reconhecida como um dos biomas mais críticos para a conservação da biodiversidade global, foi declarada pela UNESCO Reserva da Biosfera, em 1991 (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). A Serra dos

Órgãos foi classificada pelo Ministério do Meio Ambiente como de extrema relevância para a conservação da flora (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

A cobertura florestal do PARNASO pode ser considerada um mosaico devido aos tipos de solos, à grande variação altitudinal e aos diferentes graus de ação antrópica que apresenta, especialmente nos seus limites. No entanto, devido à variação altitudinal do PARNASO, a vegetação apresenta quatro principais fisionomias, divididas entre as cotas altimétricas (VIVEIROS DE CASTRO, 2008):

- Até 500 m – as encostas de baixa altitude são cobertas pela floresta pluvial submontana, com a presença de árvores de até 30 metros de altura, ocorrendo espécies como a palmeira juçara (*Euterpe edulis*), a pindobinha (*Geonoma* sp.), a samambaiaçu (*Dicksonia sellowiana*), e outras, como o murici (*Byrsonima* sp.), o bagueçu (*Talauma ovata*), o jacatirão (*Tibouchina* sp.), a faveira (*Parkia* sp.) e a embaúba (*Cecropia* sp.).

- Entre 500 e 1.500 m – nesta faixa altitudinal, a vegetação é classificada como floresta montana. Esta é a formação que possui maior estratificação vegetal entre as diferentes fisionomias da Mata Atlântica. A estrutura dessa mata possui variações dependentes das condições específicas de cada área, mas em muitas formações as maiores árvores atingem até 40 metros, e o dossel superior encontra-se entre 25 e 30 metros. O estrato arbóreo é dominado por grandes árvores, como o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), o ouriceiro (*Sloanea* sp.), a canela (*Vochysia* sp.) e a canela-santa (*Vochysia laurifolia*). Os troncos e os galhos das árvores são cobertos de epífitas, tais como bromélias, orquídeas, begoniáceas, aráceas e pteridófitas, além de lianas (cipós). O estrato herbáceo é povoado por begônias, orquídeas, bromélias e gramíneas, além de jovens das espécies arbóreas de tamanho semelhante ao das espécies herbáceas e arbustivas.

- Acima de 1.500 m – matas nebulares, frequentemente encobertas por nuvens. Classificadas como floresta pluvial alto-montana. A formação florestal é dominante, de porte arbóreo baixo, cerca de 5 a 10 metros. As árvores possuem troncos tortuosos e cobertos por camada de musgos e epífitas, exibindo certo grau de xeromorfismo, devido às baixas temperaturas. O sub-bosque desta mata é dominado por significativa diversidade de espécies arbustivas. As bordas de afloramentos são tomadas por pteridófitas e briófitas de diversas espécies. É grande a concentração de epífitas, como bromélias e orquídeas. O número de espécies endêmicas nesta faixa altitudinal é bastante elevado.

- Acima de 2.000 m – o Campo das Antas, a 2.134 metros de altitude, próximo à Pedra do Sino, ponto culminante do Parque, é um dos únicos exemplos fitogeográficos do Estado do Rio de Janeiro do subtipo Refúgio Ecológico Alto-Montana, também conhecido como Campo de Altitude, com um grupamento vegetal herbáceo-arbustivo aberto, que se desenvolve sobre os afloramentos rochosos. Por estar na parte mais alta, a vegetação possui aspecto seco, o solo é raso e a radiação solar é intensa. Estudos encontraram 347 espécies vegetais nesse ambiente, das quais 66 endêmicas desse ecossistema. São comuns as formações ligeiramente mais fechadas, dominadas por espécies herbáceas rupícolas, adensamentos de pequenos arbustos lenhosos e também vastas áreas recobertas por campos. Estas formações são dominadas por espécies das famílias Orchidaceae e Bromeliaceae, além de gramíneas, tais como *Chusquea pinifolia*, *Cortadeira modesta* e ciperáceas. Ainda quanto à vegetação, o Campo de Altitude pode ser subdividido em região dos picos, região de vegetação graminosa, região de charcos, região de depressão, região de capões e região de rochas descobertas.

Entre os invertebrados, a diversidade é altíssima e certamente existem muitas espécies ainda não descritas pela ciência, protegidas no PARNASO. Um estudo com opiliões indicou a Serra dos Órgãos como área de maior diversidade para o grupo no país, totalizando 64 espécies. Embora tal estudo tenha alcançado tamanha riqueza de espécies, cabe ressaltar que o

mesmo não contemplou toda a área do PARNASO, estando restrito somente ao município de Teresópolis (BRAGAGNOLO & PINTO-DA-ROCHA, 2003).

A trilha da Pedra do Sino (Figura 1.6), objeto deste estudo, situa-se na Zona de Uso Extensivo, fazendo parte da clássica travessia Petrópolis-Teresópolis (30 km). A subida para a Pedra do Sino (2.263 m. a.n.m.) é uma caminhada semi-pesada, realizada entre 3 e 5 horas (2 a 4 horas na descida), apresentando 11 km de extensão, que embora longa, segue um trajeto suave, com muitos cotovelos, sendo comum a presença de atalhos. A Pedra do Sino possui infraestrutura para pernoite no Abrigo 4 ou no acampamento. Marcos importantes na trilha da Pedra do Sino, os Abrigos 1, 2 e 3 estão desativados. Atualmente o número de visitas diárias permitidas para a trilha é de 100 pessoas para pernoite mais 120 para ida e volta no mesmo dia (VIVEIROS DE CASTRO, 2008). Esta trilha é o acesso para diversos atrativos de montanhismo, tais como: Agulha Beija-Flor, Travessia da Neblina, Pedra da Cruz, Frade (Nariz, Queixo, Capucho), Papudo, Agulha Bonatti, Pedra São João, Agulha do Diabo, Pedra São Pedro, Garrafão e Pedra Cara de Cão (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

4 METODOLOGIA GERAL

O estudo foi realizado no trecho da trilha localizado entre a entrada da Pedra do Sino e a cota 2000m a.n.m. num total de 7000m de trilha (Figura 4.1). Este trecho engloba a Floresta Montana e Altimontana, excluindo da amostragem os trechos de Campos de Altitude, já que estes são ambientes distintos e com maior sensibilidade à degradação (RIBEIRO, 2002; BENITES *et al.*, 2003).

Devido à utilização de vários indicadores físicos e biológicos, as metodologias e análises estatísticas pertinentes a cada comunidade são tratadas nos capítulos específicos. No entanto, o desenho amostral geral que possibilitou a visualização dos efeitos da trilha e, conseqüentemente, da visita sobre a biota local (fauna de formigas, o banco de sementes da serapilheira e a vegetação herbácea) é apresentado aqui. Análises físicas também serviram para traçar um primeiro olhar a respeito das condições atuais da trilha, a fim de criar indicadores de fácil mensuração para o monitoramento da área. A amostragem da vegetação herbácea ocorreu nos meses de fevereiro a abril de 2008, a fauna do solo e o banco de sementes foram coletados durante o mês de junho do mesmo ano

A qualidade da visita, a percepção dos visitantes sobre a área e seu conhecimento sobre técnicas de mínimo impacto em ambientes naturais foram verificados através da adaptação do questionário aplicado no Parque Nacional do Itatiaia por Barros (2003). Estes dados foram relacionados às medidas físicas registradas para se identificar quais os principais problemas causados à biota e, também, ao visitante.

Foi estabelecido um total de 48 pontos amostrais ao longo dos 7000m de trilha analisada, obedecendo, desta forma, uma distância de, aproximadamente, 150m entre cada ponto. Os 48 pontos foram divididos em quatro diferentes distâncias (Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 20m e Área 4 = 40m para fauna de formigas e banco de sementes e Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 25m e Área 4 = 50m para vegetação herbácea) da trilha. Em cada ponto foi estabelecida uma única parcela (de 1m² para o banco de sementes e formigas da serapilheira e de 25m² para vegetação herbácea) representando também uma única classe de distância, num total de 12 pontos por classe de distância. O procedimento consistiu em sortear a cada 150m a partir da barragem tanto o lado da trilha como a distância da mesma a fim de garantir a independência dos dados. O sorteio foi diferente entre as herbáceas, as formigas e o banco de sementes da serapilheira, sendo os dois últimos coletados na mesma parcela.

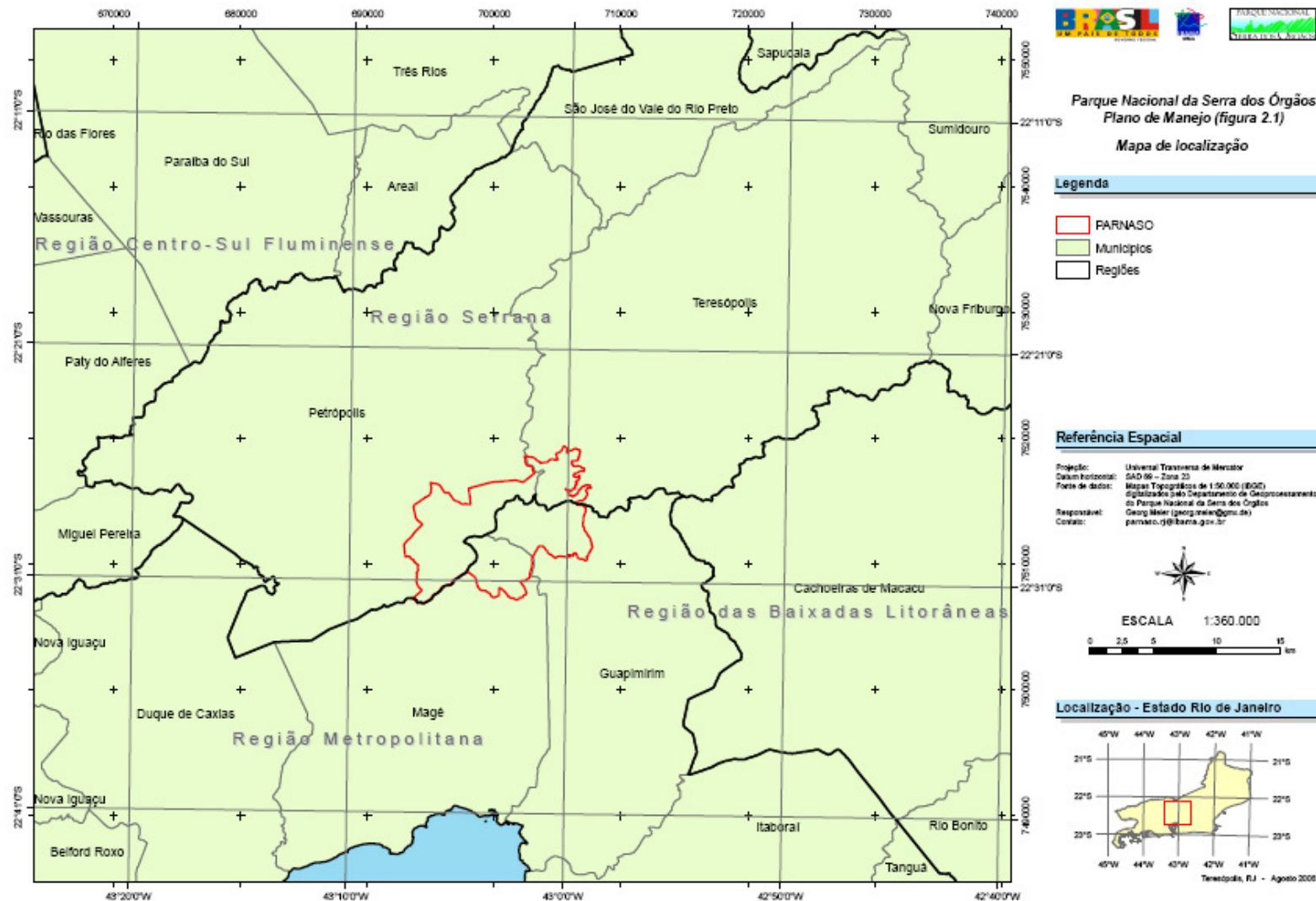
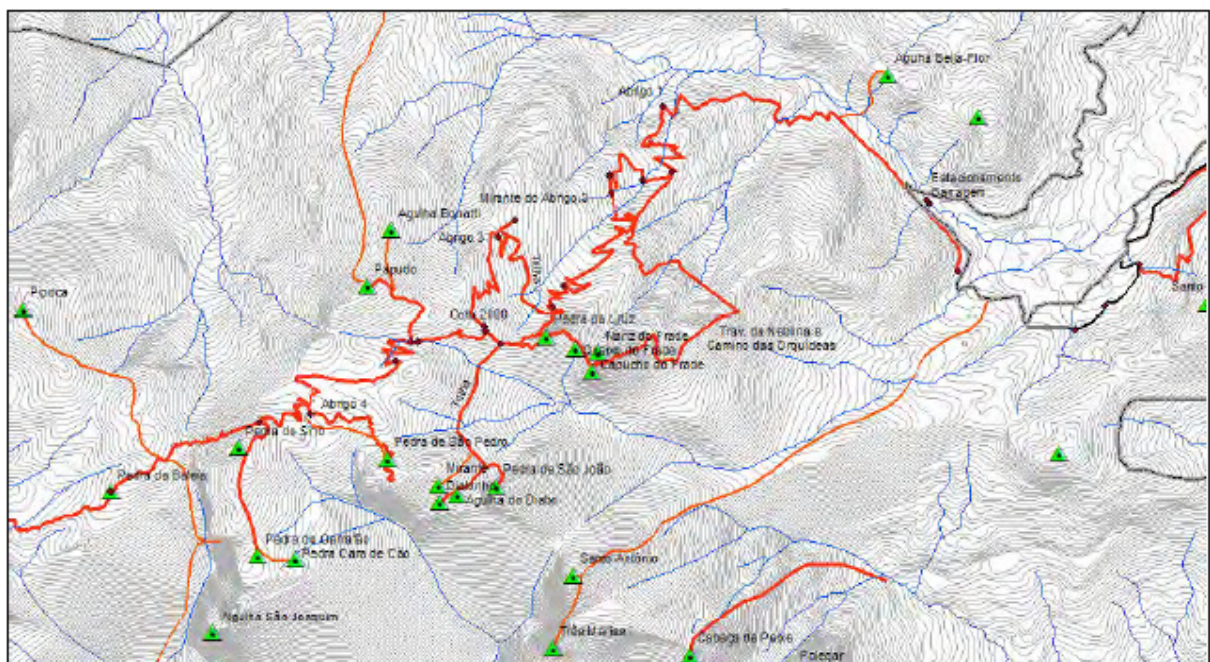


Figura 3.1: Localização do Parque Nacional da Serra dos Órgãos em relação ao Estado do Rio de Janeiro e aos municípios da Região Serrana (adaptado do Plano de Manejo, VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

Uma vez que a trilha representa uma área de borda, mesmo que pequena, seus efeitos podem causar diferenças nos padrões de temperatura, luminosidade e, conseqüentemente, produtividade, levando a uma possível diferenciação na distribuição dos organismos nestes ambientes (LANDENBERGER, 1999). Desta forma, para tentar identificar em cada uma das distâncias quais variáveis ambientais poderiam estar causando alguma alteração na biota, foram mensuradas a cobertura do dossel e a profundidade e cobertura da serapilheira, utilizando os mesmos pontos das parcelas estabelecidas para análise da vegetação herbácea.

A porcentagem de cobertura da serapilheira e a cobertura do dossel foram mensuradas utilizando-se um quadrado de madeira de 0,5 X 0,5 m (subdividido em 25 quadrados de 10 cm de lado) e a profundidade foi medida com uma vara milimetrada. Foram obtidas cinco medidas para cada variável nos vértices e no centro de cada parcela de amostragem das herbáceas e, através destas medidas, calculada uma média para cada ponto.

Por fim, foi feita uma comparação entre as metodologias de Manejo do Impacto dos Visitantes (VIM – do inglês *Visitor Impact Management*) e Capacidade de Carga Turística (CCT – do espanhol *Capacidad de Carga Turística*) no contexto da Mata Atlântica a fim de identificar qual possui maior aplicabilidade, ou mesmo, se ambas devem ser usadas conjuntamente. Além disso, foram comparados o número máximo de visitantes atualmente permitido pelo PARNASO para a trilha e a Capacidade de Carga encontrada neste trabalho para que sugestões possam ser dadas em prol de se manter a trilha da Pedra do Sino em condições aceitáveis de uso.



Trecho Pedra do Sino - Teresópolis

Figura 4.1: Trajeto da Trilha da Pedra do Sino, no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ (modificado a partir de VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

CAPÍTULO I

IMPACTO DA VISITAÇÃO SOBRE AS HERBÁCEAS NA TRILHA DA PEDRA DO SINO

CAPÍTULO I

IMPACTO DA VISITAÇÃO SOBRE AS HERBÁCEAS NA TRILHA DA PEDRA DO SINO

RESUMO

Embora a vegetação herbácea seja responsável por cerca de 50% da cobertura vegetal das Florestas Tropicais, poucos são os estudos que a contemplam, sendo dedicados maiores esforços ao conhecimento da flora arbórea. As herbáceas possuem importância como indicador ambiental devido à rápida capacidade de resposta a modificações estruturais do ambiente, pois possuem espécies capazes de habitar ambientes altamente antropizados. Dentre outros, os principais problemas relacionados à visitação sobre a vegetação em UC estão o pisoteio, a introdução de espécies exóticas invasoras e a perda de vegetação ao longo das trilhas. A fim de mensurar estes efeitos sobre a vegetação herbácea da trilha da Pedra do Sino no PARNASO, foi feito um estudo fitossociológico em quatro classes de distâncias da trilha, com 12 parcelas de 25 m² cada por classe de distância, totalizando 48 parcelas. Além disso, foram medidas a abertura do dossel e a cobertura e profundidade da serapilheira a fim de relacionar essas variáveis à estrutura da vegetação encontrada. Foi amostrado um total de 788 indivíduos distribuídos em 92 espécies, 49 gêneros e 30 famílias. Polypodiaceae foi a mais representativa com 19 espécies, seguida de Asteraceae e Poaceae com 11 e Rubiaceae e Araceae com 4 espécies. A composição, riqueza e abundância de espécies herbáceas variaram entre as classes de distância como efeito gerado pela borda da trilha. Foi encontrada diferença na luminosidade a partir da borda da trilha para o interior da floresta, estando o ambiente de borda sob maior incidência de luz. Existe efeito positivo e significativo da luminosidade sobre abundância, riqueza e composição de espécies herbáceas. As espécies exóticas não apresentaram aspecto invasor, podendo ser suprimidas em curto e médio prazos. Quanto à vegetação herbácea, a trilha da Pedra do Sino ainda não está sujeita aos efeitos deletérios causados tanto pela presença de visitantes quanto pelo ambiente de borda propriamente dito.

ABSTRACT

Although the herbaceous vegetation is responsible for 50% of the canopy of tropical forests, there are few studies about this issue, and devoted more effort to the attention of the tree flora. The herbs have environmental significance as an indicator because of the rapid response to structural changes of the environment, as have species capable of inhabiting environments highly anthropic. Among others, the main problems related to visitors about the vegetation in the UC are trampling, introduction of invasive alien species and loss of vegetation along the trails. In order to measure these effects on the herbaceous vegetation of the Pedra do Sino trail in Parnaso was a phytosociological study in four classes of distances from the track, with 12 plots of 25 m² each, totaling 48 plots. In addition, the canopy opening and coverage and depth of litter were measured to relate the structure of vegetation found. Was sampled a total of 788 individuals distributed in 92 species, 49 genera and 30 families. Polypodiaceae was the most representative with 19 species, followed by Asteraceae and Poaceae with 11 and Rubiaceae and Araceae with 4 species. The composition, richness and abundance of herbaceous species ranged between classes from the effect generated by the edge of the track. Difference was found in the light from the edge of the trail into the forest, the environment of a higher incidence of edge light. There is positive and significant effect of luminosity on abundance, richness and composition of herbaceous species. The alien invaders have no invading aspect and can be removed in the short and medium term. As for the herbaceous vegetation, the trail of the Pedra do Sino is not yet subject to the deleterious effects caused by both the presence of visitors and the edge environment, itself.

INTRODUÇÃO

Uma das principais características das Florestas Tropicais, em especial das formações neotropicais, é a elevada diversidade biológica (WHITMORE, 1998), sendo consideradas um dos sistemas mais complexos do mundo. No Brasil, os estudos fitossociológicos e florísticos que tratam da biodiversidade na Floresta Atlântica, em sua grande maioria, são voltados basicamente para as espécies lenhosas, sendo poucos os que tratam diretamente da estrutura e composição da comunidade de plantas herbáceas (MÜLLER & WAECHTER, 2001), apesar destas contribuírem com cerca de 33 a 52% da riqueza específica das Florestas Tropicais, enquanto as espécies arbóreas (Diâmetro a Altura do Peito - DAP \geq 10 cm) constituem de 15 a 22% (GENTRY & DODSON, 1987). Müller & Waechter (2001) salientam que a diversidade do componente herbáceo e herbáceo-arbustivo é relativamente maior em florestas que dispõem de vários ambientes diferentes e em florestas mais secas e com maior incidência de luz, enquanto nas florestas mais úmidas e bem preservadas a diversidade tende a ser menor.

Alguns trabalhos chamam a atenção para as herbáceas como indicadoras das condições locais (MÜLLER & WAECHTER, 2001), por possuírem relações diretas com o micro-habitat no qual se inserem e, portanto, produzirem respostas rápidas a modificações estruturais que venham a ocorrer nestes ambientes, tais como a abertura de clareiras com aumento de incidência luminosa, mudanças edáficas, micro-climáticas, antrópicas etc. Além disso, possuem papel preponderante no processo sucessional por serem as primeiras a atuarem após a abertura de clareiras, algumas vezes facilitando a entrada de outras espécies (ARAÚJO *et al.*, 2004).

Em outros ecossistemas brasileiros como o Cerrado, onde em algumas de suas fitofisionomias ocorre a dominância do estrato herbáceo e herbáceo-arbustivo, este grupo também vem sendo estudado (*e.g.* COUTINHO, 1989; MENDES DE SÁ *et al.*, 2007). Além disso, atenção especial vem sendo dada ao acompanhamento de espécies herbáceas em áreas degradadas e em processo de regeneração natural, no intuito de identificar, através da composição de espécies, a tendência de degradação sofrida por estes ambientes (VALCARCEL, 1998; VIEIRA & PESSOA, 2001). Estas plantas geralmente são as primeiras a se estabelecerem nestas áreas através de espécies conhecidas como ruderais, que são pioneiras capazes de resistir a condições ambientais desfavoráveis (VIEIRA & PESSOA, 2001). Segundo Purata (1986), citado por Vieira & Pessoa (2001), o favorecimento em direção à ocorrência predominante de ervas mais rústicas tende a retardar o processo sucessional, dificultando o estabelecimento de árvores de espécies pioneiras.

As plantas herbáceas têm sido utilizadas como indicadores biológicos de degradação para avaliar os efeitos da visitação ao longo de trilhas e acampamentos em áreas naturais (MAGRO, 1999; BARROS, 2003; COLE & MONZ, 2003; COLE & SPILDIE, 2006). Estudos têm demonstrado que o impacto da visitação se dá, dentre outras formas, através do pisoteio sobre a área, o qual possui basicamente três efeitos: abrasão da vegetação, abrasão da matéria orgânica e compactação do solo (*e.g.* COLE & MONZ, 2003; COLE & SPILDIE, 2006). Os efeitos da compactação do solo são maximizados pela abrasão e perda do horizonte superficial, o qual possui a função de aumentar a proteção dos horizontes sub-superficiais da excessiva compactação e erosão (COLE & SPILDIE, 2006). Ao mesmo tempo, a perda de matéria orgânica afeta diretamente as comunidades de plantas e animais, tanto acima como abaixo do solo (LIDDLE, 1975 *apud* COLE 2004) (Figura 5.1).

Na Mata Atlântica, embora haja efeitos nocivos sobre as herbáceas devido ao pisoteio, estas espécies respondem diferentemente das áreas de clima temperado, pois aqui o clima

apresenta baixo déficit hídrico e presença de farta luminosidade o ano inteiro potencializando seu desenvolvimento. Portanto, nestas fisionomias, as herbáceas são beneficiadas pela abertura de ambientes de borda, pois compõem o banco de sementes da floresta e participam ativamente da dinâmica de clareiras (COMITA & GOLDSMITH, 2008). São espécies heliófilas que se estabelecem nestes locais e dificultam o surgimento de espécies arbóreas devido ao alto potencial competitivo e à resistência à baixa de nutrientes (VIEIRA & PESSOA, 2001).

Tratando-se de ambientes de borda de trilhas, Lechner (2006) verificou que a vegetação é frequentemente um dos principais indicadores das condições de solo e água, pois quando as trilhas são construídas, a retirada da vegetação causa alteração nos padrões naturais de fluxo e infiltração do solo. Esta capacidade de resposta permite que o acompanhamento da sucessão das herbáceas em diferentes áreas forneça informações sobre o estado atual de regeneração e sua evolução ao longo do tempo, pois a riqueza e composição de algumas espécies com características peculiares e já bem estudadas quanto a sua fenologia e capacidade de resposta às condições ambientais são utilizadas na caracterização destas áreas (COLE, 1995; BARROS, 2003). Este fato não é facilmente observado nas vegetações lenhosas e sublenhosas, pois estas possuem maior resistência, o que permite, após seu estabelecimento, maior capacidade de tolerar às pequenas mudanças acometidas ao seu habitat, sem respostas de curto prazo (COLE, 1995).

Além do efeito direto do pisoteio sobre a biota, a abertura e a manutenção de trilhas também poderão afetar a resultante hidrológica do sistema, reduzindo a disponibilidade de água necessária para a recomposição estrutural destas áreas degradadas (FIGUEIRÓ & NETTO, 2006). Um exemplo, comumente observado em parques, é a deterioração das trilhas estabelecidas, tendo como problemas mais comuns a erosão, a má drenagem com formação de lama, o aumento da largura do canal da trilha e a criação de atalhos (COLE, 1987). Estas perturbações agem diretamente no aumento do impacto total sobre a vegetação, pois tendem a ampliar a superfície antropizada da trilha, aumentando o potencial de afetação da área pelo efeito de borda, o qual, segundo Figueiró & Netto (2006), não se distancia em muito do impacto gerado pelo efeito de borda principal sofrido pelas florestas.

Dentre outros indicadores, Lachner (2006) identifica os seguintes impactos biológicos causados pela abertura de trilhas:

- perda de vegetação ao longo da trilha;
- introdução de espécies invasoras ao longo da trilha;
- aumento de acesso à área por espécies predadoras ou indesejáveis (mudança na composição de espécies);
- perturbação/deslocamento da vida selvagem;
- fragmentação do habitat.

Adicionalmente, ocorre a redução na altura das plantas, no comprimento do caule e da área foliar, efeitos que reduzem a aptidão dos indivíduos e modificam a biologia reprodutiva da população e, em última instância, reduzem também a produção de sementes (LIDDLE, 1997 *apud* COLE, 2004). Com isso, espécies invasoras, tais como as da família Poaceae, podem dominar a área devido a sua elevada produção de sementes e à elevada taxa de crescimento vegetativo (VIEIRA & PESSOA, 2001). Ao mesmo tempo, essas espécies reduzem a incidência luminosa a índices muito baixos, dificultando ou impedindo a germinação e o estabelecimento de sementes e plântulas das espécies nativas. O sistema radicular superficial, peculiar a este grupo, aumenta a competição por nutrientes e água do

solo, novamente interferindo no estabelecimento e crescimento de plântulas de indivíduos lenhosos (VIEIRA & PESSOA, 2001).

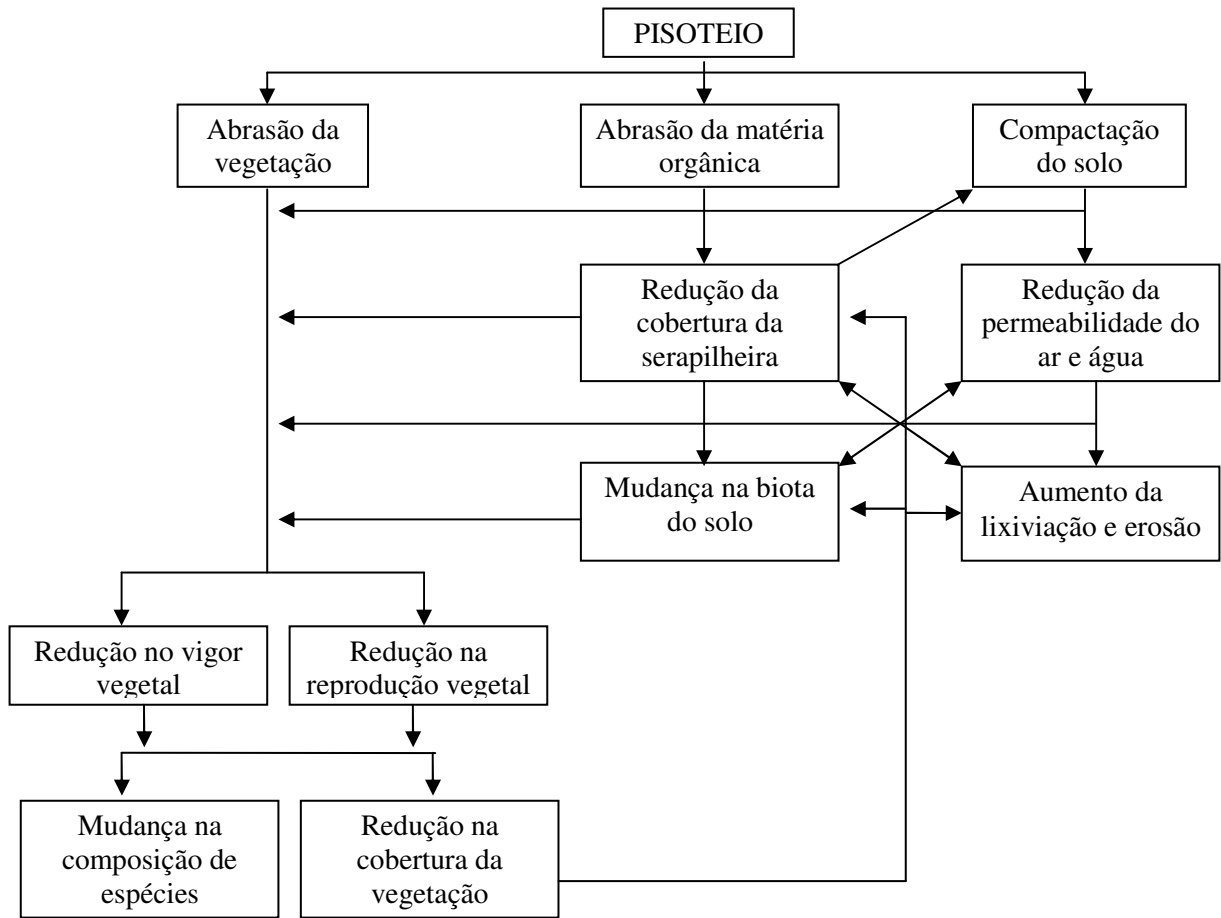


Figura 5.1. Relações de causa e efeito do pisoteio causado pela utilização pública de trilhas sobre a biota (modificado a partir de COLE, 2004).

Neste capítulo, estudamos os efeitos das modificações causadas pela abertura e utilização da trilha da Pedra do Sino sobre a composição, a riqueza e a abundância da comunidade de plantas herbáceas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, avaliando o papel desta comunidade como bioindicadora da ação antrópica neste ambiente. Desta forma, buscamos responder às seguintes perguntas:

- i. Existe diferença na riqueza, abundância e composição das espécies herbáceas à medida que nos afastamos da trilha para o interior da floresta?
- ii. Como está estruturada fitossociologicamente a comunidade de herbáceas nas diferentes distâncias em relação à trilha?
- iv. Quais variáveis ambientais estariam relacionadas a estas diferenças?

MATERIAL E MÉTODOS

Em cada parcela de 5 x 5m (das 48 parcelas instaladas – ver metodologia geral) foram avaliadas a composição, riqueza e abundância da comunidade de plantas herbáceas utilizando-se o método de pontos (MANTOVANI, 1987). Neste método, utiliza-se uma vara de 1,5m de comprimento por 5 mm de espessura. O procedimento consiste em fixar verticalmente a vara no solo, de modo que uma de suas extremidades fique em contato com o mesmo. Em cada ponto foram registradas todas as espécies que tocam a vara e o número de toques por espécie. Mantendo-se uma distância de 1m entre cada ponto, cada parcela foi representada por um total de 25 pontos.

Os indivíduos que não puderam ser identificados no campo foram coletados, prensados e desidratados em estufa, utilizando-se os procedimentos usuais de herborização (MORI *et al.*, 1985). A determinação do material botânico foi realizada em laboratório através de consultas a chaves analíticas, por comparação ao material botânico depositado em herbários especializados ou por consulta a especialistas. Bromeliaceae foi utilizada apenas como indicador devido à grande maioria das espécies apresentarem-se sem flor, sendo, portanto, de difícil identificação no campo. Posteriormente, o material coletado foi depositado no Herbário (RBR) do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Foram calculadas a riqueza (S), a abundância (N) e a frequência (F%) de cada espécie amostrada e da comunidade herbácea como um todo. Para avaliarmos a estrutura da comunidade de plantas herbáceas foram calculados os parâmetros fitossociológicos por espécie para cada área (Tabela 2.1), baseados em Mantovani (1987).

A normalidade dos dados foi testada através do teste de K.S. Lilliefors (ZAR, 1999). Para avaliar possíveis diferenças entre as quatro distâncias na riqueza (S) e abundância (N) da comunidade, e nas variáveis profundidade, cobertura da serapilheira e cobertura do dossel foi utilizada análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey (ZAR, 1999).

Para avaliarmos possíveis relações entre os parâmetros da comunidade de plantas herbáceas (riqueza e abundância) e as variáveis de estrutura do habitat foi utilizada a regressão linear (ZAR, 1999). O grau de similaridade entre as áreas foi avaliado através de um dendrograma de similaridade, montado a partir de uma matriz de presença e ausência de espécies e utilizando-se o índice de similaridade de Jaccard como medida da distância (ZAR, 1999). Além disso, foi gerado, através do programa Comunidata[®], o gráfico da distribuição das frequências absolutas de cada espécie nas diferentes distâncias.

Tabela 5.1 - Parâmetros fitossociológicos avaliados para a comunidade de herbáceas da Trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Parâmetros	Fórmula
Média de toques (MT)	$MT = NT/NP$
Frequência absoluta (FA)	$FA = 100.NP/NTP$
Frequência relativa (FR)	$FR = 100.FA/\Sigma FA$
Densidade relativa (DR)	$DR = 100.N/n$
Vigor absoluto (VA)	$VA = 100.NT/NTP$
Vigor relativo (VR)	$VR = 100.VA/\Sigma VA$
Índice de cobertura (IC)	$IC = FA+VA$
Índice de valor de importância (IVI)	$IVI = FR+DR+VR$

Onde: **NI** = n° de indivíduos; **NP** = n° de pontos com a espécie considerada; **NT** = n° de toques da espécie considerada; **NTP** = n° total de pontos; **N** = n° total de indivíduos amostrados; **n** = n° de indivíduos da espécie considerada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição, riqueza e abundância da flora herbácea

As herbáceas foram representadas por um total de 788 indivíduos distribuídos em 92 espécies, 49 gêneros e 30 famílias (Tabela 5.2). Polypodiaceae foi a família mais representativa com 19 espécies, seguida de Asteraceae e Poaceae com 11 e Rubiaceae e Araceae com 4 espécies. No entanto, Poaceae foi a mais abundante dentre estas, representando cerca de 16% do total de espécie. *Tripogandra diuretica* (marianinha), única representante das Commelinaceas, foi a espécie mais abundante, ocorrendo em todas as classes de distância, sendo responsável por 25,2% do total de indivíduos, seguida de *Panicum* sp2 (10,4%), *Borreria* sp (4,43%), *Panicum* sp4 (3,67%) e *Panicum* sp1 (3,17%).

Tabela 5.2: Famílias e espécies de herbáceas encontradas em quatro diferentes distâncias (0, 10, 25 e 50m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

Amarantaceae <i>Celosia grandifolia</i> Meq. <i>Chamissoa macrocarpa</i> H.B.K.	Lamiaceae Lamiaceae sp1 <i>Salvia rigularis</i>
Apiaceae <i>Hydrocotyle</i> sp <i>Centella asiatica</i>	Marantaceae <i>Calathea colorata</i>
Apocynaceae <i>Forsteronia</i> cf. <i>refracta</i> Müll.Arg. Apocynaceae sp1 Apocynaceae sp2	Passifloraceae <i>Passiflora</i> sp1 <i>Passiflora</i> sp2 <i>Passiflora misera</i> H.B.K.
Araceae <i>Anthurium parvum</i> N.F. Brown Araceae sp1 <i>Philodendron ocarostemon</i> <i>Philodendron propinquum</i>	Piperaceae <i>Peperomia galioides</i> Hbk. <i>Peperomia glabella</i> Sw.
Asclepiadaceae <i>Oxypetalum negnelii</i> (Nialane) Nialane	Poaceae <i>Panicum</i> sp1 <i>Panicum</i> sp2 Poaceae sp1 <i>Panicum</i> sp3 Poaceae sp2 Poaceae sp3 <i>Panicum</i> sp4 Poaceae sp4 Poaceae sp5 <i>Panicum</i> sp5 <i>Panicum</i> sp6
Asteraceae <i>Adenostena brasilianum</i> Cass. <i>Baccharis</i> sp <i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak. <i>Galimoga parviflora</i> <i>Leptostelma máxima</i> <i>Mikania chlorolepis</i> Baker. <i>Mikania glomerata</i> Spreng <i>Mikania hirsutissima</i> D.C. <i>Mikania</i> sp1 <i>Mikania ternata</i> (Vell.) Robium. <i>Mikania vitifolia</i>	Polypodiaceae <i>Asplenium harpeodes</i> (Runze) <i>Asplenium pseudonitidum</i> (Raddi) <i>Asplenium regulare</i> Sw. <i>Asplenium sellowianum</i> (Hierou) <i>Asplenium triquetrum</i> (N. Murak et R.C. Moran) <i>Asplenium uniseriale</i> <i>Campyloneurum</i> sp2 <i>Elaphoglossum</i> sp

Tabela 5.2 (continuação)	
Balsaminaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.
<i>Impatiens walleriana</i>	<i>Pecluma</i> sp
Begoniaceae	<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>
<i>Begonia fruticosa</i> (Klotzsch) A.D.C.	Polypodiaceae sp1
<i>Begonia solananthera</i> A.D.C.	<i>Polystichum</i> sp
<i>Bidens pilosus</i> L.	Polypodiaceae sp2
Blechnaceae	Polypodiaceae sp3
<i>Blechnum cf. cordatum</i>	<i>Pteris cf. decurrens</i>
Bromeliaceae	<i>Pteris cf. denticulata</i>
Cactaceae	<i>Pteris</i> sp
<i>Eliptica</i> sp	<i>Thelypteris</i> sp
Campanulaceae	Rubiaceae
<i>Siphocampylus duplosserratus</i> Pohl.	<i>Borreria</i> sp
Commelinaceae	<i>Borreria verticillata</i>
<i>Tripogandra diuretica</i> (Martius) Handlos.	<i>Galium hypocarpium</i> (Costa 2001)
Cucurbitaceae	<i>Coccocypselum</i> sp
<i>Cayopenia pilosa</i> Cogn.	Sapindaceae
Cyperaceae	<i>Serjania communis</i> Comb.
Cyperaceae sp	<i>Serjania gracilis</i>
<i>Cyperus cf. distans</i>	Urticaceae
Dennstaedtiaceae	<i>Phenax seneratti</i>
Dennstaedtiaceae	Valerianaceae
Dioscoriaceae	<i>Valeriana</i> sp1
<i>Dioscorea</i> sp	<i>Valeriana</i> sp2
Dryopteridaceae	<i>Valeriana</i> sp3
<i>Deparia</i> sp	Violaceae
<i>Dryopteris</i> sp	<i>Hybantus astropurpureus</i>
	<i>Viola subdramidiota</i> Sthil

As Pteridófitas estão presentes em abundância em diversos microhabitats encontrados ao longo das trilhas do PARNASO. Engelmann *et al.* (2008), trabalhando também no PARNASO, encontraram um total de 116 espécies em diferentes áreas, incluindo a Trilha da Pedra do Sino. Corroborando os dados aqui apresentados, os autores (*op cite*) também consideraram Polypodiaceae como uma das mais ricas famílias nesta UC. Dittrich *et al.* (2005) encontraram também maior representatividade desta família, dentre as Pteridófitas, em uma Floresta Ombrófila Densa Montana no Parque Estadual Pico do Marumbi, no Paraná. Da mesma forma, Jascone & Miguel (2007), trabalhando em região contígua ao PARNASO, encontraram resultados semelhantes, além de verificarem, baseados em aspectos ecológicos, que a maioria das espécies são terrestres, ciófilas e crescem em locais úmidos, principalmente leitos de rios.

Quando analisadas separadamente, as Pteridófitas não apresentaram riqueza e abundância distintas, estatisticamente, entre as diferentes classes de distância (ANOVA: N = 48; F = 1657; P = 0,181 e F = 1452; P = 0,233; respectivamente). Tais dados corroboram o encontrado por Paciência & Prado (2004) para pteridófitas na Mata Atlântica na região de Una, Bahia, que não registraram variação na abundância, embora tenham verificado que a riqueza decai nos ambientes próximos à matriz, aumentando a distâncias de 20 a 30 m da borda.

As Asteracea apresentam grande número de espécies herbáceas e também são tidas como as mais abundantes em outras áreas (BATALLHA & MANTOVANI, 2001; FONTOURA *et al.*, 2006). Já as Poaceae, devido a sua elevada produção de sementes e à

elevada taxa de crescimento vegetativo, são capazes de se estabelecerem rapidamente em áreas abertas, principalmente por possuírem dispersão anemocórica e serem beneficiadas pela farta presença de luz (VIEIRA & PESSOA, 2001).

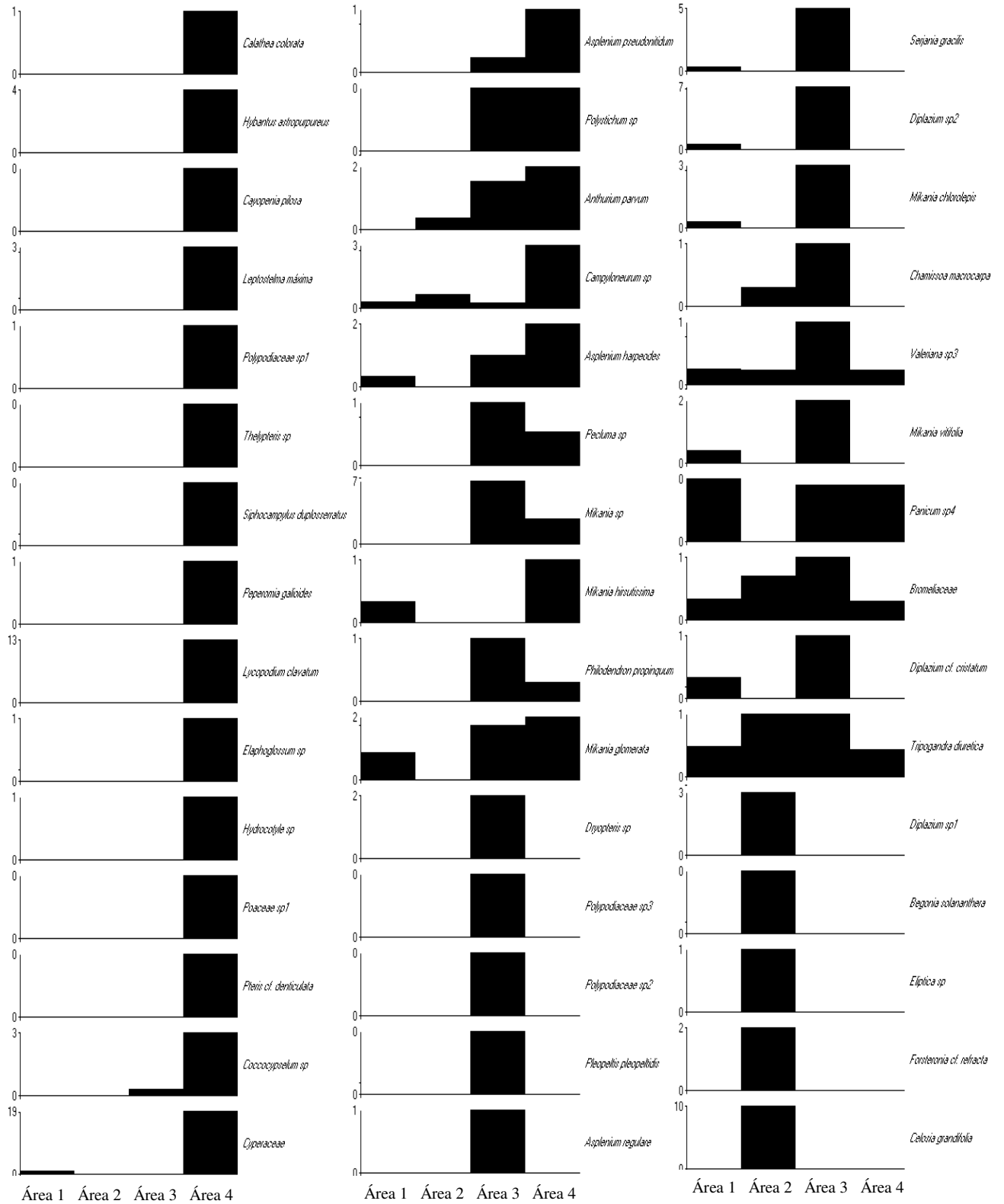
Duas espécies exóticas foram encontradas: *Impatiens walleriana* (maria-sem-vergonha), espécie ornamental originária da África, muito utilizada no paisagismo de jardins - por florescer de forma contínua ao longo do ano (LORENZI *et al.*, 1995) -, observada em diversas áreas do parque; e *Centella asiática*, originária da Índia, encontrada hoje em todo o Brasil, com propriedades terapêuticas e cosméticas, utilizada no tratamento da pele e como diurético (VITRAL *et al.*, 1992), considerada por Lorenzi (2000) uma espécie oportunista devido a sua alta capacidade de adaptação, resistência e grande produção de sementes. Outra espécie exótica observada foi a *Hydrangea macrophylla* Thunb (hortêncica). Apesar de estar restrita a pequenas áreas, não sendo encontrada nas parcelas deste estudo, esta espécie assume comportamento invasor em alguns lugares (*e.g.* VENTURA *et al.*, 2007).

Dentre as causas da perda de diversidade biológica está a introdução de espécies exóticas invasoras, porém são poucos os estudos que abordam o efeito destas espécies em UC brasileiras (*e.g.* RIBEIRO, 2008; MATOS & PIVELLO, 2009). Campos *et al.* (2007) verificaram, trabalhando com diferentes níveis de antropização, em três trilhas de um Parque Municipal em Caxambu, MG, uma maior abundância de *Impatiens walleriana* em ambientes mais antropizados, observando ainda que a espécie começa a invadir o ambiente florestal, sugerindo o seu controle. Da mesma forma, Ribeiro (2008), trabalhando na estrada de acesso à trilha da Pedra do Sino, no PARNASO, identificou, dentre 26 espécies exóticas, *Hedychium coronarium* e *Impatiens walleriana* como espécies com potencial invasor nesta UC devido a uma maior densidade populacional destas plantas.

Tanto o Brasil quanto os países desenvolvidos enfrentam problemas com a invasão de espécies exóticas. Nos EUA com longo histórico de pesquisa e desenvolvimento da gestão e manejo de parques verificou-se que, até o fim da década passada, apenas 15% das áreas possuíam projetos de controle e prevenção das espécies exóticas entre as dez prioridades da gestão (MARLER, 2000). Segundo Matos & Pivello (2009), o desenvolvimento de potencial invasor depende de condições exclusivas da espécie invasora, da comunidade invadida, do meio físico e de ações humanas prévias. Desta forma, as técnicas de combate a cada episódio de invasão biológica devem ser específicas e requerem profundo conhecimento destas condições.

Estrutura da flora herbácea nas diferentes distâncias

Além de *T. diuretica*, apenas *Valeriana* sp3 e *Campyloneurum* sp foram registrada em todas as classes de distância. Do total, oito (8,7%) espécies ocorreram somente em três áreas, 21 (22,8%) em duas e 62 (67%) exclusivamente em uma das classes de distância (Figura 5.2).



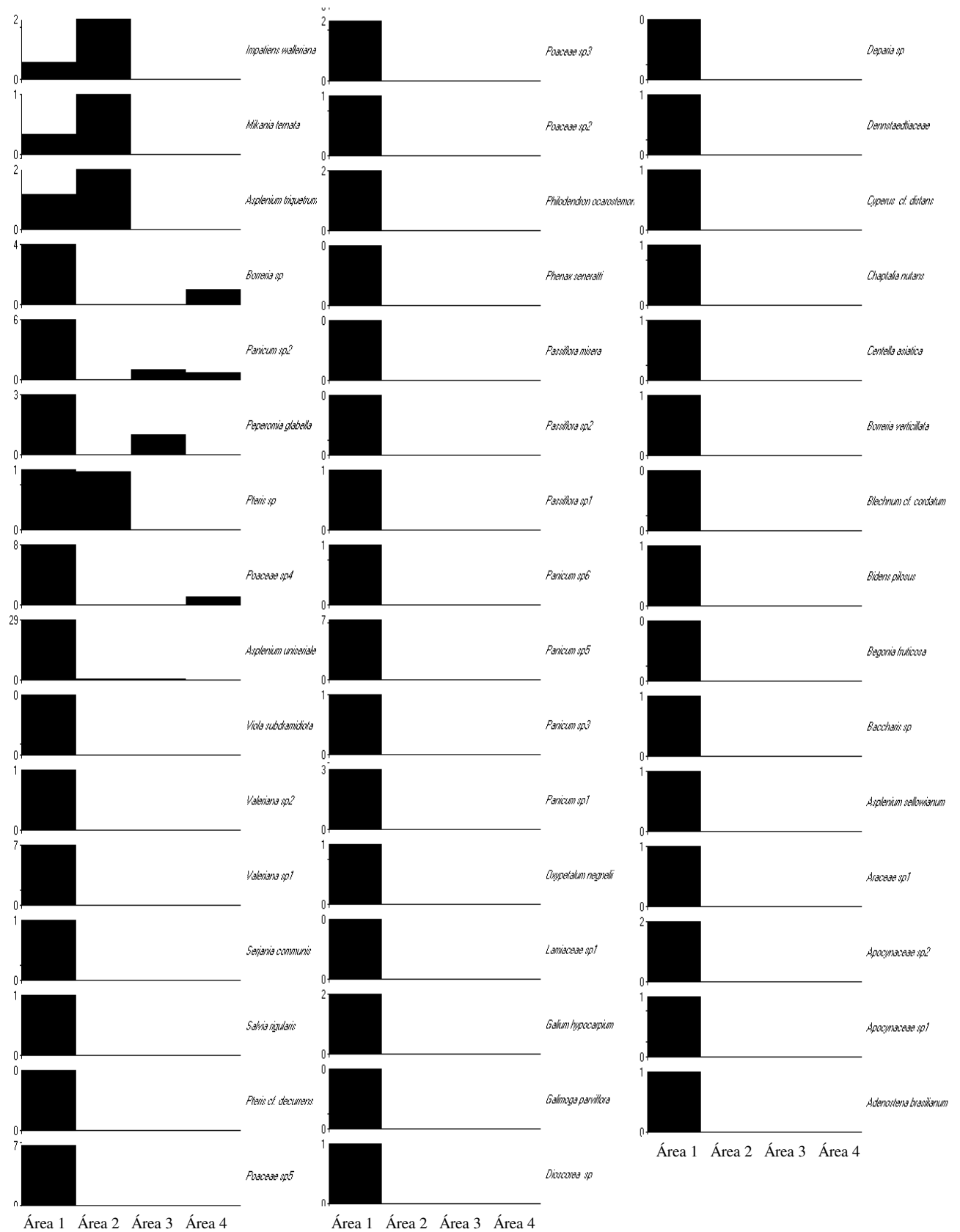


Figura 5.2: Ordenação da frequência absoluta das morfoespécies de plântulas provenientes do banco de sementes registradas em quatro diferentes distâncias (Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 20m e Área 4 = 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

A Área 1 apresentou o maior número de espécies (S = 61; 63,3% do total) e espécimes (n = 363, 46% do total), além de um grande número de espécies exclusivas (S = 37; 40% do total) (Figura 5.2). A distribuição das famílias segue o padrão geral encontrado com Poaceae, Asteraceae e Polypodiaceae como as mais representativas, apresentando 10 espécies cada uma. As três espécies com maior IVI e IC nesta área foram *Tripogandra diurética*, *Panicum* sp2 e *Bidens pilosus* (Tabela 5.3).

Tabela 5.3: Lista das espécies de herbáceas encontradas adjacentes (distância = 0) à trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; FR = Frequência relativa; DR = Densidade relativa; VA = Vigor absoluto; VR = Vigor relativo; IC = Índice de cobertura; IVI = Índice de valor de importância.

TÁXON	FA	FR	DR	VA	VR	IC	IVI
<i>Tripogandra diuretica</i> (Martius) Handlos.	29	25	23.1	29.67	17.55	58.67	65.65
<i>Panicum</i> sp2	8	6.9	10.24	20	11.83	28	28.97
<i>Bidens pilosus</i> L.	6.67	5.75	5.51	16.67	9.86	23.33	21.12
<i>Borreria</i> SP	7.33	6.32	6.82	11.67	6.9	19	20.05
<i>Panicum</i> sp1	7	6.03	6.3	10	5.92	17	18.25
<i>Panicum</i> sp4	6	5.17	5.77	10	5.92	16	16.86
<i>Panicum</i> sp3	4	3.45	3.15	5	2.96	9	9.56
<i>Mikania hirsutissima</i> D.C.	3	2.59	2.62	4.33	2.56	7.33	7.77
<i>Borreria verticillata</i>	2.67	2.3	2.1	5.33	3.16	8	7.55
<i>Mikania ternata</i> (Vell.) Robium.	2	1.72	2.36	3.67	2.17	5.67	6.26
<i>Panicum</i> sp5	2.33	2.01	1.84	2.67	1.58	5	5.43
<i>Diplazium</i> sp2	2	1.72	1.57	3.33	1.97	5.33	5.27
<i>Salvia rigularis</i>	2	1.72	1.57	2.33	1.38	4.33	4.68
Poaceae sp5	1.33	1.15	1.05	2.67	1.58	4	3.78
<i>Asplenium harpeodes</i> (Runze)	1.33	1.15	1.05	1.67	0.99	3	3.19
<i>Begonia fruticosa</i> (Klotzsch) A.D.C.	1.33	1.15	1.05	1.67	0.99	3	3.19
Dennstaedtiaceae SP	1.33	1.15	1.05	1.67	0.99	3	3.19
<i>Dioscorea</i> SP	1.33	1.15	1.05	1.67	0.99	3	3.19
<i>Cyperus</i> cf. <i>distans</i>	1.33	1.15	1.05	1.33	0.79	2.67	2.99
<i>Viola subdramidiota</i> Sthil	0.67	0.57	0.52	3	1.78	3.67	2.87
Poaceae sp3	1	0.86	0.79	2	1.18	3	2.83
Poaceae sp4	1	0.86	0.79	2	1.18	3	2.83
<i>Asplenium triquetrum</i> (Murak et R.C. Moran)	1	0.86	0.79	1.67	0.99	2.67	2.64
<i>Adenostena brasilianum</i> Cass.	1	0.86	0.79	1.33	0.79	2.33	2.44
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak.	1	0.86	0.79	1	0.59	2	2.24
<i>Pteris</i> SP	1	0.86	0.79	1	0.59	2	2.24
<i>Serjania gracilis</i>	1	0.86	0.79	1	0.59	2	2.24
<i>Campyloneurum</i> SP	0.67	0.57	0.52	1.33	0.79	2	1.89
<i>Impatiens walleriana</i>	0.67	0.57	0.52	1	0.59	1.67	1.69
<i>Valeriana</i> sp 2	0.67	0.6	0.5	0.67	0.4	1.3	1.5
<i>Deparia</i> SP	0.67	0.57	0.52	0.67	0.39	1.33	1.49
<i>Diplazium</i> cf. <i>cristatum</i>	0.67	0.57	0.52	0.67	0.39	1.33	1.49
<i>Galium hypocarpium</i> (Costa 2001)	0.67	0.57	0.52	0.67	0.39	1.33	1.49
Poaceae sp2	0.67	0.57	0.52	0.67	0.39	1.33	1.49
<i>Mikania chlorolepis</i> Baker.	0.67	0.57	0.52	0.67	0.39	1.33	1.49
<i>Oxypetalum regnelii</i> (Nialane) Nialane	0.67	0.57	0.52	0.67	0.39	1.33	1.49
<i>Valeriana</i> sp3	0.67	0.57	0.52	0.67	0.39	1.33	1.49
Apocinaceae sp2	0.67	0.57	0.26	0.67	0.39	1.33	1.23
<i>Mikania glomerata</i> Spreng	0.67	0.57	0.26	0.67	0.39	1.33	1.23
<i>Pteris</i> cf. <i>decurrens</i>	0.33	0.29	0.26	1	0.59	1.33	1.14

TÁXON	FA	FR	DR	VA	VR	IC	IVI
Apocinaceae sp1	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
Araceae sp1	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Asplenium sellowianum</i> (Hierou)	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Asplenium uniseriale</i>	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Baccharis</i> SP	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Blechnum</i> cf. <i>cordatum</i>	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
Bromeliaceae	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Centella asiática</i>	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
Cyperaceae SP	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Galimoga parviflora</i>	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Panicum</i> sp6	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
Lamiaceae sp1	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Mikania vitifolia</i>	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Passiflora misera</i> H.B.K.	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Passiflora</i> sp1	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Passiflora</i> sp2	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Peperomia glabella</i> Sw.	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Phenax seneratti</i>	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Philodendron ocarostemon</i>	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Serjania communis</i> Comb.	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75
<i>Valeriana</i> sp 1	0.33	0.29	0.26	0.33	0.2	0.67	0.75

A Área 2 apresentou o menor número de espécies (S = 17) e espécimes (n = 93). Polypodiaceae foi a família mais representativa com quatro espécies, seguida de Amaranthaceae com duas e as demais com apenas uma espécie. Dentre as espécies coletadas apenas cinco foram exclusivas (Figura 4.4). *Tripogandra diuretica* também é a espécie de maior IVI e IC, seguida de Bromeliaceae (Tabela 5.4). E, em terceiro lugar, *Impatiens walleriana*, que tem sua distribuição restrita até esta classe de distância, estando associada a ambientes de borda úmida e com pouco potencial de invasão nesta trilha.

Tabela 5.4: Lista das espécies de herbáceas encontradas a dez metros da trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; Frequência relativa; Densidade relativa; Vigor absoluto; Vigor relativo; Índice de cobertura; Índice de valor de importância.

TÁXON	FA	FR	DR	VA	VR	IC	IVI
<i>Tripogandra diuretica</i> (Martius) Handlos.	10	33.7	36.05	10.33	33.33	20.33	103.08
Bromeliaceae	2.67	8.99	11.63	3.33	10.75	6	31.37
<i>Impatiens walleriana</i>	2.33	7.86	8.14	2.33	7.53	4.67	23.53
<i>Asplenium uniseriale</i>	2	6.74	8.14	2.33	7.53	4.33	22.41
<i>Asplenium triquetrum</i> (N. Murak et R.C. Moran)	1.67	5.62	5.81	1.67	5.38	3.33	16.81
Apocinaceae sp1	1.33	4.49	4.65	1.33	4.3	2.67	13.45
<i>Anthurium parvum</i> N.F. Brown	1	3.37	3.49	1	3.23	2	10.08
<i>Mikania ternata</i> (Vell.) Robium.	1	3.37	3.49	1	3.23	2	10.08
<i>Chamissoa macrocarpa</i> H.B.K.	0.67	2.25	2.33	0.67	2.15	1.33	6.72
<i>Begonia solanthera</i> A.D.C.	0.67	2.25	2.33	0.67	2.15	1.33	6.72
Diplazium sp	0.67	2.25	2.33	0.67	2.15	1.33	6.72
Pteris sp	0.67	2.25	2.33	0.67	2.15	1.33	6.72
Gramineae 1	0.33	1.12	1.18	0.33	1.08	0.67	3.37
<i>Celosia grandifolia</i> Meq.	0.33	1.12	1.16	0.33	1.08	0.67	3.36
Elíptica SP	0.33	1.12	1.16	0.33	1.08	0.67	3.36
<i>Campyloneurum</i> sp2	0.33	1.12	1.16	0.33	1.08	0.67	3.36
<i>Valeriana</i> sp3	0.33	1.12	1.16	0.33	1.08	0.67	3.36

A Área 3 apresentou 28 espécies, 127 espécimes e apenas cinco espécies exclusivas (Tabela 5.5 e Figura 5.2). Polypodiaceae foi a mais representativa nesta área com 12 espécies, seguida de Asteraceae com quatro e Poaceae com duas. Todas as demais apresentaram apenas uma espécie. *Tripogandra diuretica*, mais uma vez, teve os maiores IVI e IC, seguida de *Campyloneurum* sp e *Coccocypselum* sp (Tabela 2.5).

Tabela 5.5: Lista das espécies de herbáceas encontradas a 25m da trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; FR = Frequência relativa; DR = Densidade relativa; VA = Vigor absoluto; VR = Vigor relativo; IC = Índice de cobertura; IVI = Índice de valor de importância.

TÁXON	FA	FR	DR	VA	VR	IC	IVI
<i>Tripogandra diuretica</i> (Martius) Handlos.	7.33	15.07	16.92	8.33	16.03	15.67	48.02
<i>Campyloneurum</i> SP	6.67	13.7	15.38	7	13.46	13.67	42.54
<i>Coccocypselum</i> sp1	5	10.27	11.54	5.33	10.26	10.33	32.07
<i>Asplenium harpeodes</i> (Runze)	3.33	6.85	7.69	4	7.69	7.33	22.23
<i>Panicum</i> sp4	2	4.11	4.62	2	3.85	4	12.57
<i>Asplenium pseudonitidum</i> (Raddi)	2	4.11	4.62	2	3.85	4	12.57
Polypodiaceae sp1	1.67	3.42	3.85	1.67	3.21	3.33	10.48
<i>Chamissoa macrocarpa</i> H.B.K.	1.33	2.74	3.08	1.67	3.21	3	9.02
<i>Asplenium uniseriale</i>	1.33	2.74	3.08	1.33	2.56	2.67	8.38
<i>Anthurium parvum</i> N.F. Brown	1	2.05	2.31	1	1.92	2	6.29
<i>Mikania chlorolepis</i> Baker.	1	2.05	2.31	1	1.92	2	6.29
Bromeliaceae	1	2.05	2.31	1	1.92	2	6.29
<i>Dryopteris</i> SP	1	2.05	2.31	1	1.92	2	6.29
<i>Panicum</i> sp2	1	2.05	2.31	1	1.92	2	6.29
<i>Diplazium</i> sp2	1	2.05	2.31	1	1.92	2	6.29
<i>Polystichum</i> SP	1	2.05	2.31	1	1.92	2	6.29
<i>Mikania vitifolia</i>	0.67	1.37	1.54	1	1.92	1.67	4.83
<i>Serjania gracilis</i>	0.67	1.37	1.54	0.67	1.28	1.33	4.19
<i>Philodendron propinquum</i>	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
<i>Mikania glomerata</i> Spreng	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
<i>Mikania</i> sp1	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
<i>Peperomia glabella</i> Sw.	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
<i>Diplazium cf. cristatum</i>	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
<i>Asplenium regulare</i> Sw.	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
<i>Pecluma</i> SP	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1
Polypodiaceae sp2	0.33	0.68	0.77	0.33	0.64	0.67	2.1

A Área 4 teve padrão similar ao da Área 1, apresentando as segundas maiores riqueza (S = 32) e abundância (n = 206) (Tabela 5.6), e também alto número de espécies exclusivas (S = 13) (Figura 5.2). As famílias mais representativas nesta área foram Polypodiaceae com 10 espécies, Asteraceae e Poaceae com quatro e Araceae, Rubiaceae e Violaceae com duas espécies cada. *Tripogandra diuretica*, novamente, foi a de maior IVI e IC, seguida de *Panicum* sp2 e *Campyloneurum* sp (Tabela 5.6).

Tabela 5.6: Lista das espécies de herbáceas encontradas a 50m da trilha da Pedra do Sino e respectivos parâmetros fitossociológicos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Onde, FA = Frequência absoluta; FR = Frequência relativa; DR = Densidade relativa; VA = Vigor absoluto; VR = Vigor relativo; IC = Índice de cobertura; IVI = Índice de valor de importância.

TÁXON	FA	FR	DR	VA	VR	IC	IVI
<i>Tripogandra diuretica</i> (Martius) Handlos.	19.33	27.1	28.02	21.33	24.81	40.67	79.93
<i>Panicum</i> sp2	13.33	18.69	19.32	15.67	18.22	29	56.23
<i>Campyloneurum</i> sp	4	5.61	5.8	5.67	6.59	9.67	17.99
<i>Siphocampylus duplosserratus</i> Pohl.	3.33	4.67	4.83	4	4.65	7.33	14.15
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	3.33	4.67	4.83	4	4.65	7.33	14.15
<i>Borreria</i> sp	3	4.21	4.35	4	4.65	7	13.2
<i>Asplenium harpeodes</i> (Runze)	2.67	3.74	3.86	3	3.49	5.67	11.09
<i>Pecluma</i> sp	2.33	3.27	3.38	2.33	2.71	4.67	9.37
<i>Mikania glomerata</i> Spreng	2	2.8	2.9	2	2.33	4	8.03
<i>Anthurium parvum</i> N.F. Brown	1.67	2.34	2.42	2.33	2.71	4	7.46
<i>Calathea colorata</i>	0.33	0.47	0.48	4.33	5.04	4.67	5.99
<i>Mikania hirsutissima</i> D.C.	1.33	1.87	1.93	1.33	1.55	2.67	5.35
Poaceae 4	1	1.4	1.45	1.67	1.94	2.67	4.79
<i>Mikania</i> sp	1	1.4	1.45	1	1.16	2	4.01
<i>Peperomia galioides</i> Hbk.	1	1.4	1.45	1	1.16	2	4.01
Polypodiaceae sp1	1	1.4	1.45	1	1.16	2	4.01
<i>Hydrocotyle</i> sp	0.67	0.93	0.97	0.67	0.78	1.33	2.68
<i>Philodendron propinquum</i>	0.67	0.93	0.97	0.67	0.78	1.33	2.68
<i>Cayopenia pilosa</i> Cogn.	0.67	0.93	0.97	0.67	0.78	1.33	2.68
Poaceae sp1	0.67	0.93	0.97	0.67	0.78	1.33	2.68
<i>Asplenium pseudonitidum</i> (Raddi)	0.67	0.93	0.97	0.67	0.78	1.33	2.68
<i>Polystichum</i> sp	0.67	0.93	0.97	0.67	0.78	1.33	2.68
<i>Leptostelma maxima</i>	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
Cyperaceae sp	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
Poaceae sp3	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
<i>Elaphoglossum</i> sp	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
<i>Thelypteris</i> sp	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
<i>Pteris denticulata</i>	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
<i>Coccocypselum</i> sp	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
<i>Valeriana</i> sp3	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34
<i>Hybantus astropurpureus</i>	0.33	0.47	0.48	0.33	0.39	0.67	1.34

Ordenação e efeitos da distância sobre a flora herbácea

Dentre as variáveis ambientais utilizadas para caracterização destas áreas, somente a cobertura do dossel variou entre as classes de distância (ANOVA: N = 48; F = 4,558; P = 0,007; R² = 0,237), estando a área próxima à borda (área 1) diferente das áreas 2 e 3 (teste de Tukey: P = 0,011 e P = 0,021, respectivamente) (Figura 5.3). A Área 1 apresentou menor cobertura do dossel devido ao efeito de borda provocado pela presença da trilha. A Área 4 não diferiu desta, possivelmente, pela proximidade do Rio Andorinhas que acompanha a trilha no trecho inicial, produzindo o mesmo efeito de borda sofrido pela Área 1. Além disto, as áreas de borda apresentaram maior variação entre as parcelas indicando a possibilidade de uma maior dinâmica local proporcionada pelo ambiente de borda com a queda de galhos e árvores.

Cobertura e profundidade da serapilheira não apresentaram diferenças significativas (ANOVA: $N = 48$, $F = 0.702$ e $P > 0,05$; $N = 48$, $F = 1.991$ e $P > 0,05$; respectivamente) entre as áreas. Praticamente toda a área, com exceção da trilha, apresenta-se coberta por densa camada de serapilheira. Tal fato indica a manutenção dos processos naturais nestas áreas sem maiores efeitos da trilha no entorno.

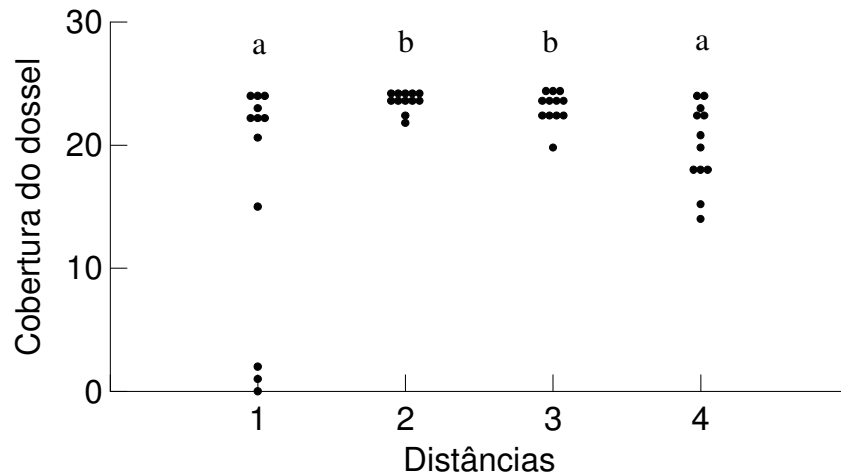


Figura 5.3: Cobertura do dossel em quatro distâncias (Distância 1 = 0, Distância 2 = 10, Distância 3 = 20 e Distância 4 = 40m) da trilha da Pedra do Sino no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

Mesmo tratando-se de uma pequena área de borda, os efeitos da luminosidade e densidade de serapilheira sobre as herbáceas mostraram-se diferentes à medida que aumenta a distância da borda da trilha. Análises de regressão linear demonstraram que a abundância e riqueza das espécies herbáceas estão mudando de acordo com estas variáveis, em menor ou maior grau (Figura 5.4). Desta forma, uma maior cobertura do dossel representa uma diminuição na riqueza de espécies ($N = 48$, $F = 7.955$, $R^2 = 0,147$, $P = 0,007$). Embora exista tal influência, percebe-se pelo baixo valor de R^2 que outros fatores agem em maior proporção sobre este parâmetro. Já a abundância é mais fortemente influenciada pela disponibilidade de luz ($N = 48$, $F = 38.329$, $P < 0,001$, $R^2 = 0,455$). Tais resultados estão diretamente relacionados à abundância e diversidade de Poaceae neste ambiente de borda, representada por dez espécies, principalmente do gênero *Panicum*. As gramíneas são espécies heliófilas que são beneficiadas pela maior luminosidade (VIEIRA & PESSOA, 2001).

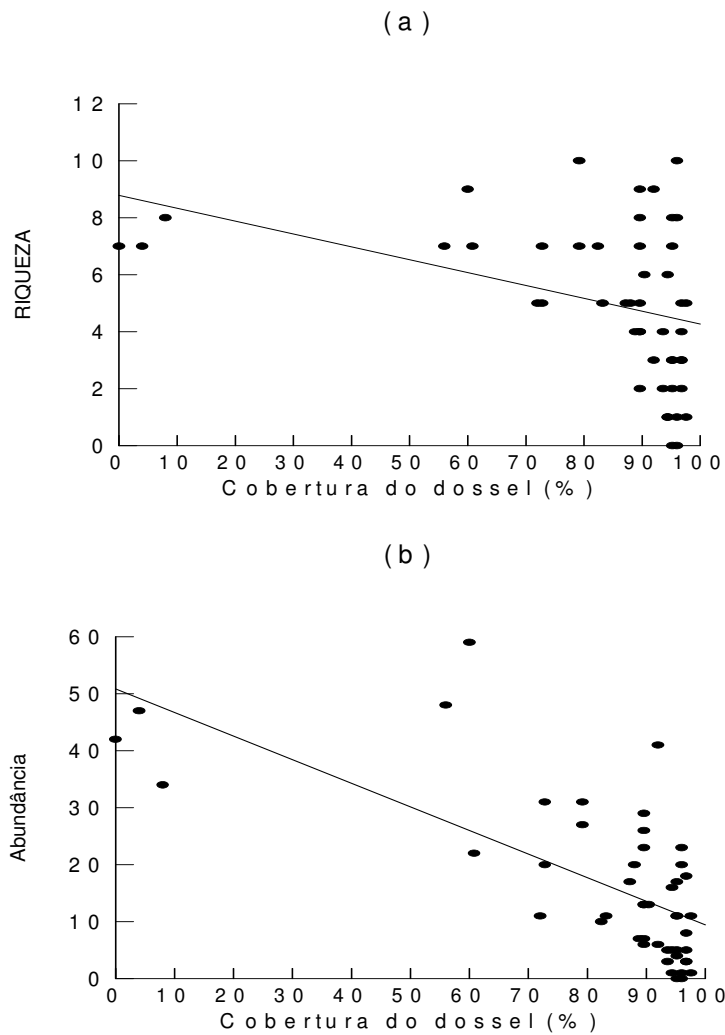


Figura 5.4: Relação entre cobertura do dossel e riqueza (a) e abundância (b) de espécies herbáceas na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

As Poaceae reduzem a luminosidade na superfície do solo, podendo diminuir a germinação e brotamento de outras espécies e, em elevada abundância, podem alterar a ciclagem de nutrientes - como o nitrogênio - devido à intensa captação exercida pelas espécies. Ao contrário disto, no caso da trilha da Pedra do Sino, as gramíneas parecem atuar como barreiras aos impactos negativos da visitação, uma vez que, ao formarem uma grossa camada, diminuem os efeitos do pisoteio mantendo a cobertura vegetal nas bordas da trilha, diminuindo assim os efeitos nocivos da erosão e lixiviação nesta área. Entretanto, por formarem cobertura homogênea oferecem especial preocupação devido à facilitação do alastramento e do aumento na intensidade do fogo, pois permitem a livre circulação de ventos, diferentemente de áreas florestadas, onde os elementos arbóreos funcionariam como obstáculos (VIEIRA & PESSOA, 2001). Além disto, tais espécies podem dificultar o surgimento de indivíduos lenhosos. Portanto, a conscientização dos visitantes de áreas naturais em relação ao uso do fogo deve ser prioridade, principalmente nestas áreas mais susceptíveis.

A profundidade da serapilheira influenciou, positivamente, a riqueza de espécies herbáceas ($N = 48$, $F = 7.257$, $R^2 = 0,136$, $P = 0,01$), porém não apresentou relação com a abundância ($N = 48$, $F = 3.194$, $R^2 = 0,065$, $P = 0,081$). Já a cobertura influenciou

positivamente a abundância de plantas (N = 48, F = 4.686, R² = 0,092, P = 0,038) (Figura 5.5), mas não apresentou relação com a riqueza (N = 48, F = 3.966, R² = 0,079 P = 0,052) . Embora outros fatores possam explicar melhor esta distribuição, a produção de serapilheira em florestas tropicais é de suma importância, uma vez que esta camada é responsável por viabilizar grande aporte de nutrientes às plantas, já que a maior parte dos solos sob domínio atlântico é pobre em nutrientes (MARTINS & RODRIGUES *apud* FREIRE & PIÑA-RODRIGUES s.d.).

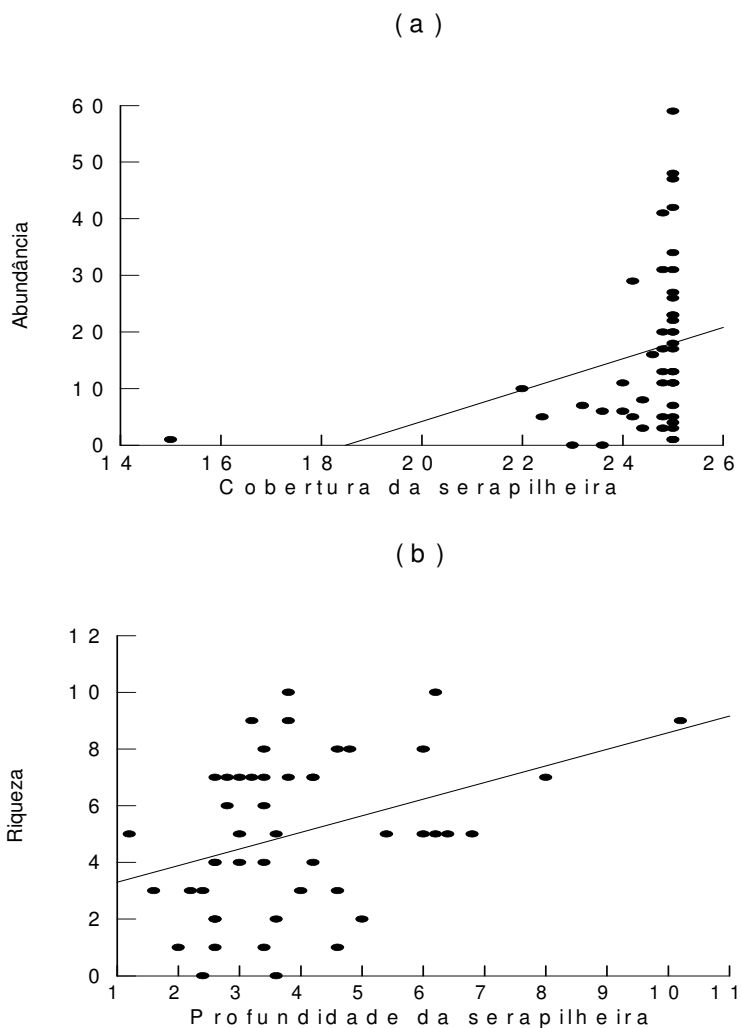


Figura 5.5: Relação entre cobertura da serapilheira e abundância de herbáceas (a) e entre profundidade da serapilheira e riqueza de herbáceas (b), na trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

A riqueza de espécies herbáceas foi significativamente diferente entre as classes de distância (ANOVA: N = 48, F = 9.928, R² = 0,404, P < 0,001). A Área 1 mostrou-se diferente das Áreas 2 e 3, apresentando maior riqueza (*Post Hoc* Teste de Tukey: P < 0,001 e P = 0,01, respectivamente) (Figura 5.6).

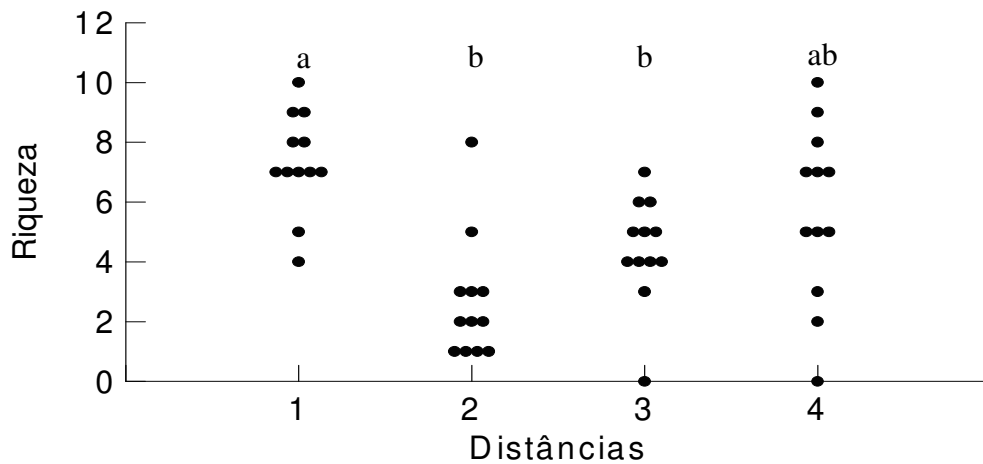


Figura 5.6: Riqueza de espécies herbáceas em quatro diferentes distâncias (distância 1 = 0, distância 2 = 10m, distância 3 = 25m e distância 4 = 50m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

A abundância também segue o mesmo padrão (ANOVA: $N = 48$, $F = 7.692$, $P < 0,001$, $R = 0,344$), sendo, estatisticamente, diferente entre as áreas, com a Área 1 apresentando maior número de indivíduos, se diferenciando, assim, das Áreas 2 e 3 (*Post Hoc* Teste de Tukey: $P < 0,001$ e $P = 0,006$, respectivamente) (Figura 5.7).

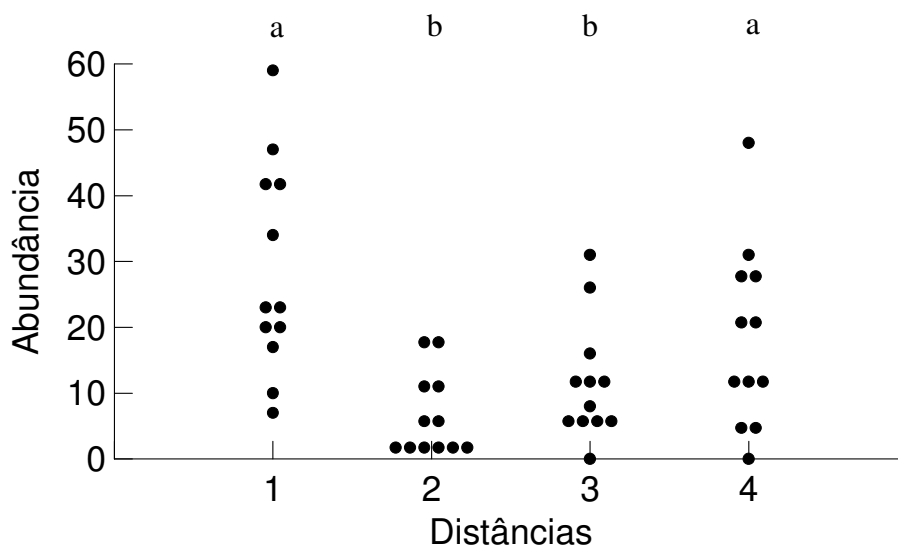


Figura 5.7: Abundância de espécies herbáceas em quatro diferentes distâncias (distância 1 = 0, distância 2 = 10m, distância 3 = 25m e distância 4 = 50m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

O Dendrograma de Similaridade de Cluster aproximou as áreas 3 e 4, colocando a Área 1 mais próxima da 2 e ambas distantes das demais (Figura 5.8). Isto mostra uma relação das áreas com o ambiente de borda, no qual as parcelas próximas à trilha apresentaram maior

similaridade devido às condições locais. Já a riqueza e abundância parecem ter variado de acordo com a disponibilidade de luz, como as áreas 1 e 4 que apresentam maior abertura do dossel e, também, maior riqueza e abundância de espécies herbáceas, sendo, portanto, mais similares quanto a estes parâmetros, ao contrário da composição.

Fontoura *et al.* (2006) encontraram resultado similar trabalhando em diferentes distâncias (0, 25, 50, 100 e 250 m) em uma Floresta de Araucária no Sul do Brasil, observando aumento significativo da riqueza e abundância tanto de herbáceas quanto de espécies lenhosas e plântulas lenhosas em áreas de borda (0 m). Em contraposição, os mesmos autores verificaram que a comunidade de plantas encontra-se alterada até 50 m para dentro da floresta, estando este efeito relacionado, possivelmente, à extensão da borda por ele avaliada (composta por pastagens em grande extensão) ao contrário da pequena porcentagem de borda representada pela trilha da Pedra do Sino no presente estudo. Landenberger (1999), trabalhando em floresta mesofítica mista, verificou que pequenas lacunas no dossel, aparentemente, intensificam o efeito de borda principal, estendendo-o para o interior das florestas adjacentes. Embora não se tenha conhecimento sobre estes efeitos na Floresta Atlântica, caso existam, as trilhas podem funcionar dentro desta dinâmica aumentando os impactos da fragmentação nas áreas remanescentes.

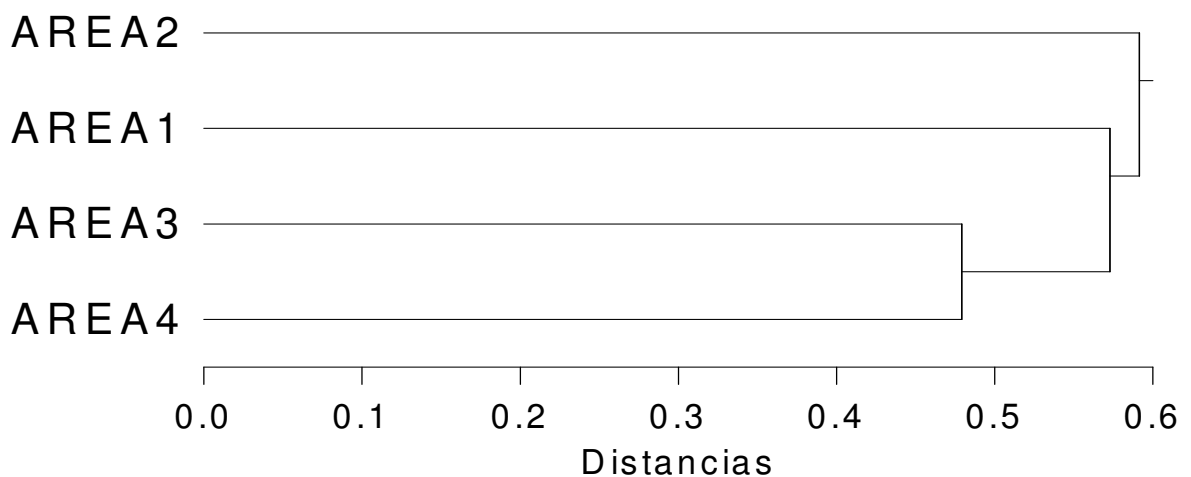


Figura 5.8: Dendrograma de Similaridade baseado no Índice de Similaridade de Jaccard das espécies herbáceas encontradas entre quatro classes de distâncias (0, 10, 25 e 50m) da Trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

CONCLUSÕES

- A composição, riqueza e abundância de espécies herbáceas variam entre as classes de distância como efeito gerado pela borda da trilha;
- Existe diferença na luminosidade a partir da borda da trilha para o interior da floresta, estando o ambiente de borda sob maior incidência de luz;
- Existe efeito positivo e significativo da luminosidade sobre abundância, riqueza e composição de espécies herbáceas;
- Não existe efeito de trilha sobre a densidade da serapilheira;
- As espécies exóticas não apresentam aspecto invasor, podendo ser suprimidas em curto e médio prazos;
- As Poaceae atuam na amenização dos efeitos da compactação do solo causado pelo pisoteio, apesar de dificultarem a germinação de espécies lenhosas e facilitarem a ação do fogo;
- Quanto à vegetação herbácea, a trilha da Pedra do Sino ainda não está sujeita aos efeitos deletérios causados tanto pela presença de visitantes quanto pelo ambiente de borda propriamente dito;
- As espécies herbáceas evidenciaram a variação dos impactos desde a trilha até o interior da floresta, mostrando-se boas indicadoras das ações antrópicas.

CAPÍTULO II

A INFLUÊNCIA DA TRILHA DA PEDRA DO SINO SOBRE O BANCO DE SEMENTES DA FLORESTA ATLÂNTICA

CAPÍTULO II

A INFLUÊNCIA DA TRILHA DA PEDRA DO SINO SOBRE O BANCO DE SEMENTES DA FLORESTA ATLÂNTICA

RESUMO

O banco de sementes em Florestas Tropicais é constituído, principalmente, por espécies herbáceas, arbustivas e árvores pioneiras. É reconhecido como o reservatório atual viável de sementes de uma determinada área, formado pela chuva de sementes da comunidade local, do entorno ou mesmo de áreas distantes. Os efeitos da visitação sobre este componente do ecossistema se dá, dentre outras formas, através da compactação das trilhas causada pelo pisoteio, o que possibilita a lavagem do piso pelas enxurradas levando não só as sementes, mas também os nutrientes necessários ao seu estabelecimento. Isto leva a uma baixa no *pool* de espécies que compõem o banco de sementes ou mesmo sua completa substituição. Com base nisto, foram avaliados os efeitos da visitação sobre o banco de sementes da trilha da Pedra do Sino no PARNASO. Assim, foram estabelecidas quatro classes de distância com 12 parcelas de 1m² cada, totalizando 48 parcelas. Em cada parcela as sementes passíveis de remoção manual foram coletadas e levadas para desenvolvimento em estufa. Foi encontrado um total de 645 indivíduos pertencentes a 50 morfoespécies. Não foram encontradas diferenças na riqueza e abundância de sementes entre as quatro distâncias da trilha. A composição do banco de sementes é similar na borda da trilha, sendo um pouco diferente no interior. A trilha não apresenta efeito significativo sobre o banco de sementes disponível na serapilheira do solo. Maior atenção deve ser dada ao banco de plântulas, pois embora o banco de sementes não apresente diferenças, talvez estas possam ser encontradas na taxa de germinação e sobrevivência dos indivíduos jovens, mostrando a real viabilidade do banco de sementes e a presença de efeitos causados pela trilha.

ABSTRACT

The seed bank in tropical forests consists mainly of herbaceous species, trees and pioneer shrubs. It is recognized as the present reservoir of viable seeds in a given area, formed by the rain of seeds from the local community, the surrounding or even distant areas. The effects of visitation on this component of the ecosystem occurs, among others forms by compression of the tracks caused by trampling, which allows the washing the floor by the floods not only taking the seeds, but also the nutrients necessary for their establishment. This leads to a fall in the pool of species that comprise the seed bank or even its complete replacement. On this basis, the effect of visitation on the seed bank of the Pedra do Sino trail in Parnaso was estimated. Therefore, were established four classes of distance with 12 plots of 1m² each, totaling 48 plots. In each plot the manual removal of seeds that were collected and taken for development under glass. Was found a total of 645 individuals belonging to 50 morphospecies. There were no differences in richness and abundance of seeds among the four distances from the track. The composition of the seed bank is similar at the edge of the trail, and a little different inside. The track has no significant effect on the seed bank available in the soil litter. Greater attention should be given to the bank of seedlings, because although the seed bank did not differ, perhaps they can be found in the rate of germination and survival of young individuals, showing the actual viability of the seed bank and the presence of effects caused by the track.

INTRODUÇÃO

Os bancos de sementes encontrados nos solos tropicais são, na sua maioria, constituídos por propágulos de ervas, arbustos e árvores pioneiras, que produzem sementes pequenas e enterradas, preferencialmente, até 2,5 cm de profundidade (BAIDER *et al.*, 1999). São caracterizados como o reservatório atual viável de sementes de uma determinada área (ROBERTS, 1981), sendo formados pela chuva de sementes proveniente da comunidade local, do entorno ou mesmo de áreas distantes (HALL & SWAINE, 1980).

Essencial no processo de regeneração natural, o banco de sementes do solo tem sido utilizado como potencial indicador de estágios da vegetação em áreas em recuperação (PAKEMAN & SMALL, 2005; GASPARIANO *et al.*, 2006). Durante o processo sucessional, o banco de sementes sofre uma diminuição gradativa da presença de espécies pioneiras e secundárias iniciais e um aumento na participação de secundárias tardias (LONGHI, 2005). Este processo ocorre sem que desapareçam as espécies pioneiras que auxiliam na regeneração no caso de abertura de novas clareiras (LONGHI, 2005). Por esta característica, as espécies pioneiras, principalmente herbáceas, são encontradas em maior densidade em todos os estágios sucessionais já estudados (BAIDER *et al.*, 1999; ARAÚJO *et al.*, 2004; GASPARIANO, 2006; SILVA *et al.*, 2007).

Para vegetação ripária, Araújo *et al.* (2004) observaram com restrições a importância do banco de sementes com fins conservacionistas, uma vez que este possuiria baixa densidade de elementos arbóreos e arbustivos, contribuindo mais nos estágios iniciais. Já Baider *et al.* (1999) evidenciaram na Floresta Atlântica Montana que o banco de sementes pode ser importante no estabelecimento de espécies de árvores e arbustos pioneiros, constituintes dos grupos ecológicos envolvidos na regeneração após o corte e a queima da floresta.

Trilhas funcionam como clareiras por aumentarem a abertura do dossel, modificando as condições microclimáticas e causando efeito semelhante ao de borda (LIDDLE, 1997 *apud* COLE, 2004). Além disso, os impactos causados pelo pisoteio durante a utilização das trilhas levam à compactação do leito da trilha, possibilitando que enxurradas lavem o piso e transportem as sementes e os nutrientes necessários ao estabelecimento de novas plântulas (MAGRO, 1999) e ocasionando, também, a perda de vigor físico e consequente diminuição do potencial reprodutivo dos indivíduos estabelecidos nestas áreas (LIDDLE, 1997 *apud* COLE, 2004). Com isto, ocorre uma baixa no *pool* de espécies que compõem o banco de sementes viáveis do solo ou mesmo uma completa substituição na composição da vegetação, dificultando e desacelerando o processo sucessional.

Muitas vezes, os efeitos estendem-se para além dos limites da trilha e afetam não só o banco de sementes, mas também o banco de plântulas. Comita & Goldsmith (2008) observaram efeitos negativos significativos sobre o recrutamento de plântulas em até 20 m de distância das trilhas utilizadas somente para pesquisas em uma floresta tropical. Segundo eles, tais efeitos são, possivelmente, ocasionados pela comodidade dos pesquisadores em instalarem experimentos em áreas próximas às trilhas já estabelecidas para facilitar o acesso, aumentando, assim, a pressão do pisoteio sobre a área.

No Parque Nacional do Itatiaia, Magro (1999) observou que grande parte do leito da Trilha Rebouças-Sede se encontra desprovido de vegetação, o que sugere um efeito da utilização da trilha causando o empobrecimento ou exclusão do banco de sementes e um solo pobre em matéria orgânica. Estes dois resultados têm um efeito direto sobre o banco de plântulas e, consequentemente, no processo sucessional - já que a densidade de plântulas é significativamente menor em até 0,5 m da trilha como resultado direto do pisoteio - embora

uma maior densidade ocorra nas distâncias de 0,5 a 5 m devido à maior incidência luminosa (COMITA & GOLDSMITH, 2008). Estes impactos negativos devem ser identificados e monitorados, principalmente, quando ultrapassam os limites da trilha, aumentando a área afetada.

Desta forma, este estudo visou avaliar o efeito da trilha da Pedra do Sino sobre a composição, riqueza e estrutura do banco de sementes, verificando se há impacto direto da utilização trilha sobre tais parâmetros. Assim, buscou-se responder às seguintes perguntas:

- i. Existe diferença na riqueza e na abundância do banco de sementes a medida que nos afastamos da trilha para o interior da floresta?
- ii. A composição do banco de sementes na borda da trilha é diferente das encontradas no interior?
- iii. Quais variáveis ambientais estão relacionadas a esta diferença?

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a composição do banco de sementes em diferentes distâncias (0, 10, 20 e 40m) a partir da trilha da Pedra do Sino (ver metodologia geral) foram estabelecidas 48 parcelas de 1m² (1 x 1m), dentro das quais foi coletada toda a serapilheira e os primeiros centímetros do solo passíveis de remoção manual (até 2cm). O material coletado foi rapidamente ensacado, etiquetado e levado para laboratório, onde foi depositado em bandejas plásticas esterilizadas com área de 30 X 40cm. No fundo de cada bandeja foi depositado cerca de 2 cm de areia lavada para manutenção da umidade. As bandejas permaneceram em casa de vegetação por um período de quatro meses e diariamente eram verificadas para identificar a germinação e o surgimento de plântulas. Após o terceiro mês, o material foi revolvido para estimular a germinação daquelas sementes que, porventura, estivessem nas camadas mais profundas da serapilheira. Concomitantemente, foi medida a umidade das bandejas para verificar um possível ressecamento das mesmas. Para avaliar uma possível contaminação por sementes dispersas dentro da casa de vegetação ou que poderiam ter vindo junto com a areia lavada, foram utilizadas doze bandejas testemunhas.

Após a germinação, as plântulas foram coletadas para posterior identificação. A determinação do material botânico foi realizada no laboratório através de consultas a chaves analíticas, por comparação ao material botânico depositado em herbários especializados ou por consulta a especialistas. Posteriormente, o material coletado foi depositado no Herbário (RBR) do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Quando de difícil identificação, pelo menos um indivíduo de cada espécie foi transplantado para sacos de muda e mantidos na casa de vegetação para posterior identificação.

Foi listada a composição e foram calculadas a riqueza, a abundância e a frequência de cada espécie amostrada e da comunidade como um todo. A normalidade dos dados foi testada através do teste de K.S. Lilliefors (ZAR, 1999). Para avaliar possíveis diferenças entre as quatro distâncias na riqueza (S) e abundância (N) da comunidade, e nas variáveis profundidade, cobertura da serapilheira e cobertura do dossel foi utilizada análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey (ZAR, 1999).

A fim de verificar as possíveis relações entre os parâmetros da comunidade de plântulas (riqueza e abundância) e as variáveis de estrutura do habitat (cobertura do dossel, cobertura e profundidade da serapilheira), foi utilizada a análise de regressão linear (ZAR, 1999). Também foi utilizado o Dendrograma de Similaridade baseado no Índice de Similaridade de Jaccard para as quatro áreas. Além disso, foi gerado, através do programa Comunidata[®], o gráfico da distribuição das frequências de cada espécie nas diferentes distâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição, riqueza e abundância do banco de sementes

Foi encontrado um total de 645 indivíduos pertencentes a 50 morfoespécies. Devido ao baixo desenvolvimento das plântulas, ocasionado por condições micro-climáticas distintas da área de ocorrência da maioria das espécies, uma vez que o material foi levado para o desenvolvimento em estufa na UFRRJ, poucas espécies puderam ser identificadas (Tabela 6.1).

Tabela 6.1: Lista das espécies encontradas no banco de sementes em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

<i>Táxon</i>	<i>Táxon</i>
Asteraceae	Plantaginaceae
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	<i>Plantago</i> sp
<i>Erechtites valerianaefolia</i> (Wolf.) DC.	Poaceae
Begoniaceae	<i>Paspalum</i> sp
<i>Begonia</i> sp	Poaceae 1
Cecropiaceae	Poaceae 2
<i>Cecropia</i> sp	Poaceae 3
Commelinaceae	Poaceae 4
<i>Tripogandra diuretica</i> (Martius) Handlos.	<i>Gadua tagoara</i>
Euphorbiaceae	Rubiaceae
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	<i>Borreria</i> sp
Arecaceae	Solanaceae
<i>Euterpe edulis</i> Martius	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schl.
Passifloraceae	<i>Solanum americanum</i> Muller.
<i>Passiflora amethystina</i> Mik.	Apiaceae
<i>Passiflora actínia</i> Hooker	<i>Centella asiatica</i> L.
Phytolaccaceae	Indeterminadas
<i>Phytolacca</i> sp	Morfoespécie 1 a 29

A riqueza de morfoespécies variou de zero a oito com média de 3,1 ($\pm 0,31$). A área com maior número de morfoespécies foi a Área 1 com 31, seguida da Área 4 com 23, a Área 3 com 20 e a Área 2 com 17 (Figura 6.1). Apesar disto, não foram encontradas diferenças significativas em relação à riqueza de morfoespécies nas quatro classes de distância (ANOVA; N = 48, F = 2,491, P = 0,073).

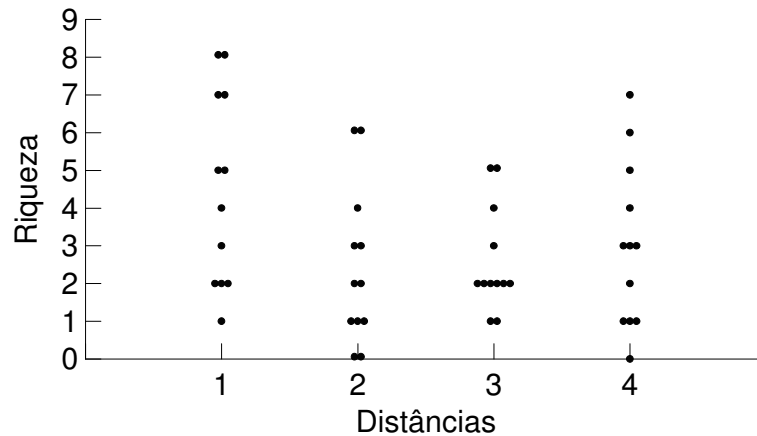


Figura 6.1: Riqueza do banco de sementes em quatro diferentes distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

A abundância das espécies variou de zero a 40 entre as parcelas, com média de 7,96 ($\pm 1,4$). O máximo observado representa a abundância de bambu (*Gadua tagoara*) que, durante os últimos anos, apresentou-se em floração e foi responsável por boa parte da cobertura das bordas de trilha, como pode ser observado no campo. O maior número de indivíduos foi encontrado na Área 1 com 140, seguido da Área 3 com 93, Área 4 com 92 e a Área 2 com apenas 57 indivíduos. Mesmo a Área 1 tendo apresentado elevada abundância, não foi registrada diferença estatística entre as classes de distância (ANOVA: N = 48, F = 0,605, P = 0,615) (Figura 62).

Dentre as espécies identificadas cabe ressaltar a presença de *Acnistus arborescens* (L.) Schlecht. que, segundo Francis (s.d.), ajuda na recuperação de áreas degradadas, protegendo o solo e fornecendo abrigo e proteção à fauna; *Tripogandra diuretica* (marianinha) em três das quatro áreas, estando entre as mais abundantes na Área 1; *Euterpe edulis* (palmito-juçara), espécie ameaçada de extinção devido à extração predatória (Instrução Normativa nº6, setembro de 2008) e que foi encontrada nas três primeiras classes de distância, mostrando que esta área ainda apresenta características de ambientes preservados, uma vez que esta espécie possui como fator limitante a alta luminosidade e o déficit hídrico (FILHO *et al.*, 2001); e *Centella asiatica*, encontrada entre as herbáceas na Área 1 e também a 50 m da trilha, mostrando seu potencial de dispersão de sementes.

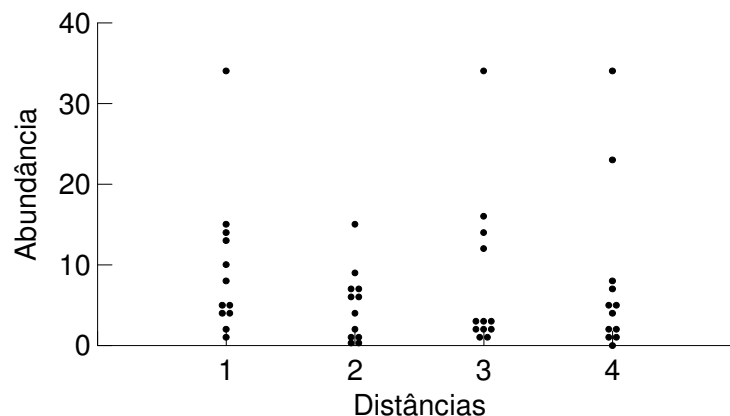


Figura 6.2: Abundância do banco de sementes em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Ordenação e efeitos da distância sobre o banco de sementes

Entre as variáveis ambientais testadas para explicar a distribuição do banco de sementes nesta área, a profundidade da serapilheira e a cobertura do dossel apresentaram relação com sua estrutura. Apesar disto, tal relação explica muito pouco do evidenciado, conforme demonstra o baixo R^2 . Foi encontrada relação positiva entre a profundidade e a riqueza de espécies ($F= 4.035$, $R^2= 0,081$, $P= 0,50$), não sendo encontrada com a abundância ($F = 0,895$, $R^2 = 0,019$, $P = 0,349$) (Figura 6.3). Embora, uma maior profundidade represente um maior volume de serapilheira e conseqüentemente de sementes, tal relação não influencia na abundância entre as diferentes profundidades, apresentando apenas uma maior riqueza, representada por sementes localizadas nos extratos mais profundos.

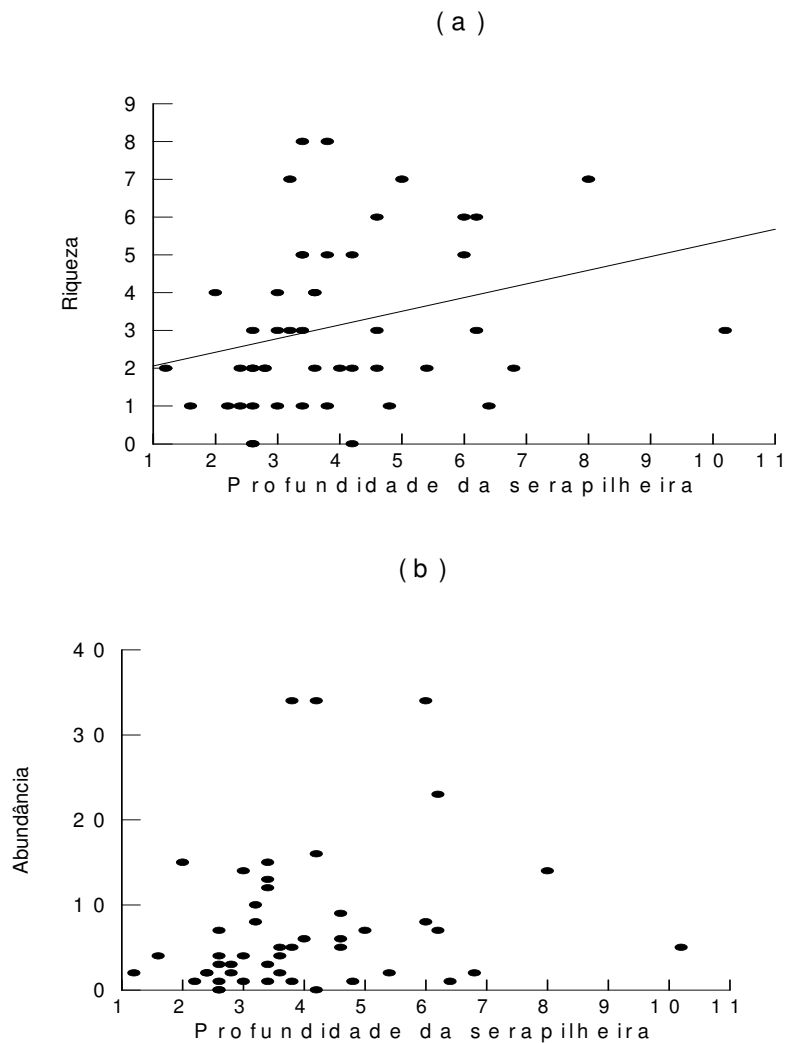


Figura 6.3: Relação da profundidade da serapilheira e sua relação com a riqueza (a) e a abundância (b) do banco de sementes encontrado na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

A cobertura do dossel apresentou relação também com a riqueza, não sendo observada a mesma em relação a abundância das espécies ($F = 6,036$, $R^2 = 0,116$, $P = 0,018$ e $F = 1,868$, $R^2 = 0,039$ e $P = 0,178$; respectivamente). Desta forma, uma maior cobertura do dossel influencia negativamente a riqueza de espécies nesta área (Figura 6.4).

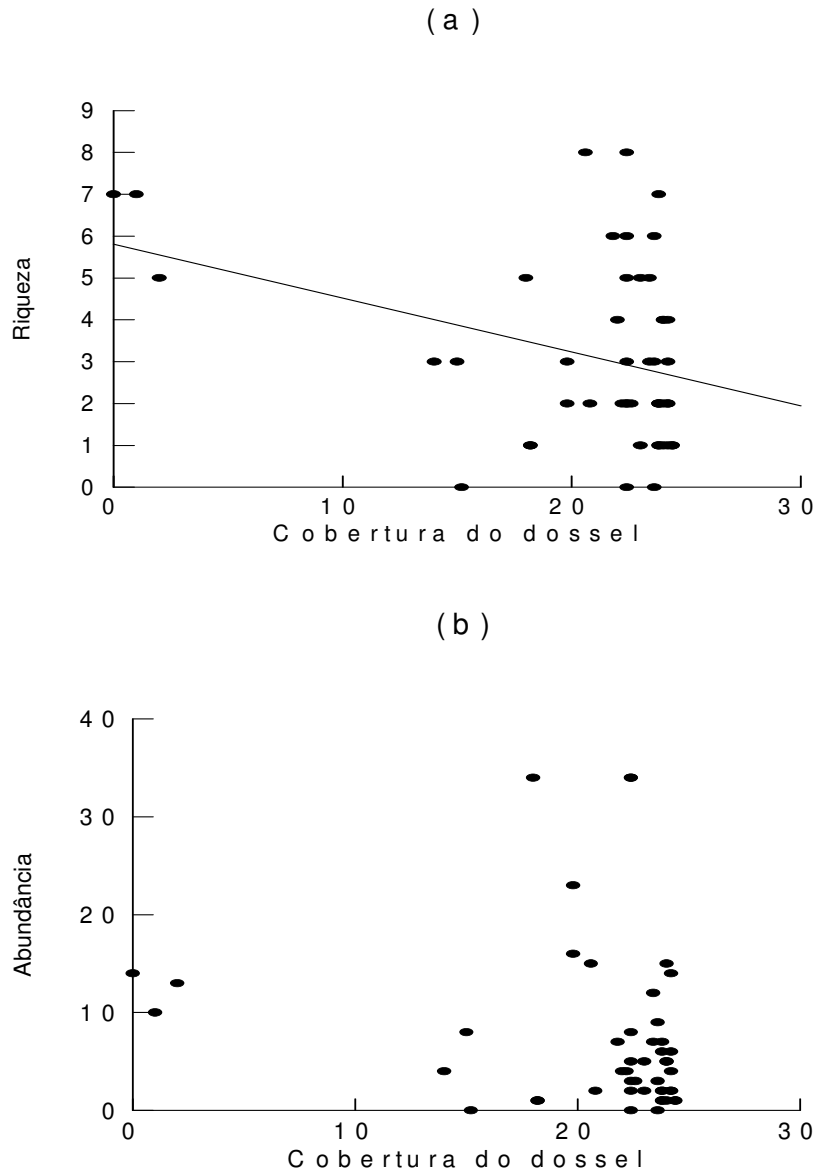


Figura 6.4: Relação da cobertura do dossel com a riqueza (a) e a abundância (b) do banco de sementes encontrado na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Mais de 50% (27) das morfoespécies ocorreram em apenas uma das áreas. Destas, 17 foram representadas por apenas um indivíduo. A Área 1 apresentou 13 morfoespécies exclusivas, seguida da Área 4 com sete, Área 3 com cinco e a Área 2 com apenas duas. Seis morfoespécies (11%) foram encontradas em todas as áreas (Figura 6.5).

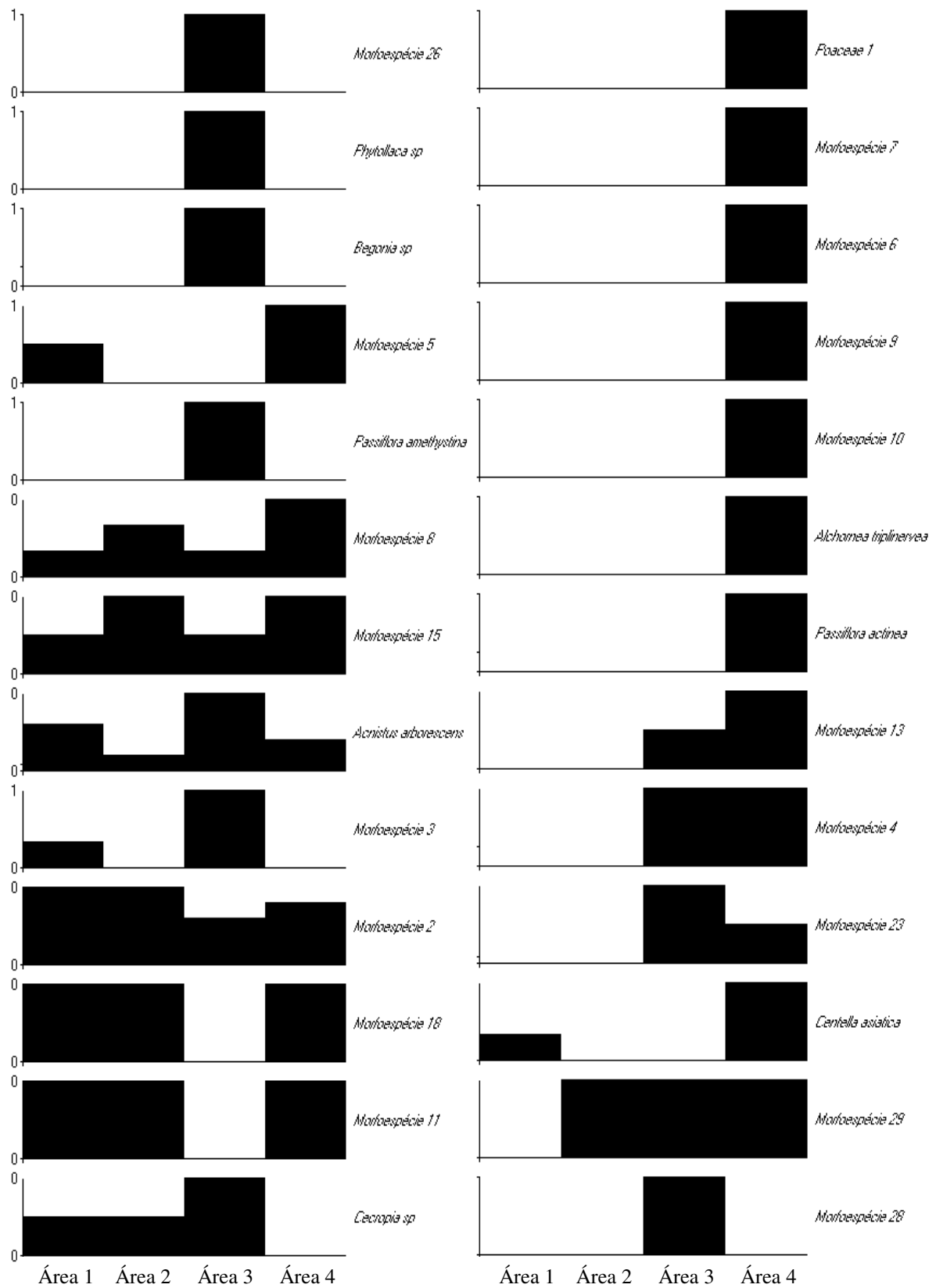




Figura 6.5: Ordenação da frequência de ocorrência das morfoespécies de plântulas provenientes do banco de sementes em quatro diferentes distâncias (Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 20m e Área 4 = 40 m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Diversos fatores agem em sinergia no estabelecimento do banco de sementes: a força dos ventos para as espécies anemocóricas, a distribuição da fauna para as espécies zoocóricas, as características do sítio para as espécies autocóricas, entre outros. Desta forma, o que se observa é que as distâncias foram insuficientes para demonstrar qualquer diferença em relação à riqueza e abundância das espécies componentes do banco de sementes. Porém, um perceptível aumento foi encontrado na área de borda, uma vez que tal área propicia o desenvolvimento de espécies herbáceas com grande potencial de dispersão, que foram comuns entre as plântulas amostradas devido à maior disponibilidade de luz.

O Dendrograma de Similaridade mostrou maior similaridade entre as Áreas 1 e 2 (Figura 6.6), possivelmente por estas estarem próximas da trilha, influenciando a chegada de sementes da área de entorno, principalmente, herbáceas, como discutido acima.

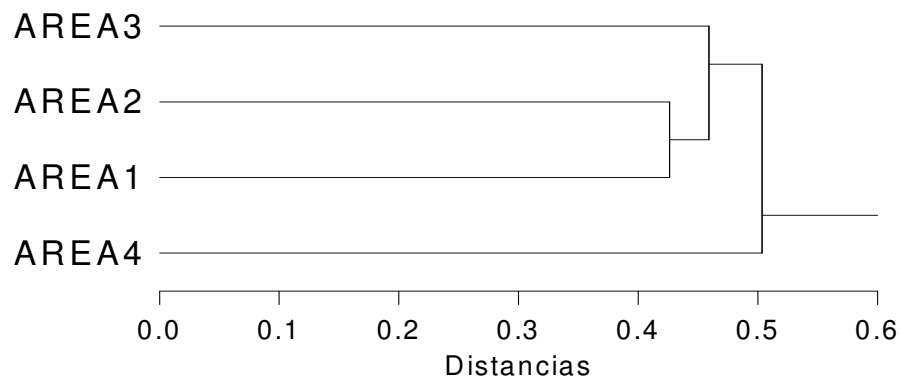


Figura 6.6: Dendrograma de Similaridade baseado no Índice de Similaridade de Jaccard do banco de sementes da serapilheira encontrado entre quatro classes de distância (0, 10, 20, 40m), na Trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

Landenberger (1999) mostrou que ocorre uma diminuição na densidade de sementes dispersas pelo vento da borda para o interior da mata, embora não tenha encontrado diferenças na riqueza e diversidade. Tais dados chamam a atenção para a importância interativa na dinâmica florestal ocasionada por ambientes de borda e clareiras no interior da floresta, as quais proporcionam o aumento na densidade de sementes. As trilhas funcionam também dentro desta dinâmica e resultados semelhantes são encontrados. Portanto, acredita-se que apesar de tais resultados serem sutis, não demonstrando significativamente efeito negativo, uma maior atenção deva ser dada ao banco de plântulas, uma vez que a presença das sementes não significa sua viabilidade no sistema.

CONCLUSÕES

- Não foram encontradas diferenças na riqueza e na abundância de sementes entre as quatro distâncias da trilha;
- A composição do banco de sementes é similar na borda da trilha, sendo um pouco diferente no interior;
- A trilha não apresenta efeito significativo sobre o banco de sementes disponível na serapilheira do solo;
- Maior atenção deve ser dada ao banco de plântulas, pois embora o banco de sementes não apresente diferenças entre as distâncias, talvez estas possam ser encontradas na taxa de germinação e sobrevivência dos indivíduos jovens, mostrando a real viabilidade do banco de sementes e a presença de efeitos causados pela trilha.

CAPÍTULO III

FORMIGAS DA SERAPILHEIRA E SUA SENBILIDADE AO IMPACTO DA VISITAÇÃO NA TRILHA DA PEDRA DO SINO

CAPÍTULO III

FORMIGAS DA SERAPILHEIRA E SUA SENBILIDADE AO IMPACTO DA VISITAÇÃO NA TRILHA DA PEDRA DO SINO

RESUMO

Nas Florestas Tropicais, a fauna do solo tem importante papel como engenheiro deste estrato, dirigindo forças na ciclagem de nutrientes pela fragmentação e ingestão de material da serapilheira, além de interagir com os microorganismos que decompõem e mineralizam os detritos favorecendo e acelerando a entrada de nutrientes no sistema, sustentando a qualidade do solo e o crescimento das plantas. Ao se alterarem as estruturas do solo e da vegetação, rapidamente os invertebrados também respondem a estas mudanças, ocorrendo o deslocamento e substituição de espécies, servindo, assim, como bons bioindicadores. Com isto, foi avaliada a mudança nos parâmetros da comunidade de formigas em quatro diferentes distâncias da trilha da Pedra do Sino. Em cada distância foi estabelecido um total de 12 parcelas de 1m² de onde foi coletada toda a serapilheira e os primeiros centímetros de solo passíveis de remoção manual, totalizando 48 parcelas. O material foi acondicionado em sacos apropriados e levado ao laboratório para extração dos espécimes através do extrator de Winckler por 48h. Foi encontrado um total de 1180 indivíduos pertencentes a 38 espécies, 24 gêneros e nove subfamílias. Myrmicinae foi a família mais representativa, com 21 espécies (51% do total), seguida de Formicinae, Ectatomminae e Ponerinae, todas com quatro espécies cada (10,2% cada). Não foram encontradas diferenças significativas na riqueza de espécies entre as quatro classes de distância. A abundância foi diferente entre tais classes, com a área adjacente à trilha apresentando maior densidade. O efeito de borda da trilha não foi suficientemente grande para promover mudanças significativas na comunidade de formigas. Mesmo que a maior abundância e a diferença na composição de espécies de formigas observadas próxima à trilha estejam relacionadas ao ambiente de borda e à visitação, tais efeitos ficam restritos a esta área, não se estendendo para o interior da floresta. Isto permite afirmar que, para este grupo, a trilha da Pedra do Sino não altera a dinâmica da comunidade, afetando apenas estas populações em pequena escala.

ABSTRACT

In tropical forests, the soil fauna is important as this stratum engineer, driving forces in the cycling of nutrients by the fragmentation and ingestion of litter material, and interact with the microorganisms that decompose and mineralize the waste by encouraging and accelerating the entry of nutrients in the system, maintaining soil quality and plant growth. By altering the structure of soil and vegetation, the invertebrates also respond quickly to these changes, with the displacement and replacement of species. Serving thus as good bioindicators. Was evaluated the change in the parameters of the community of ants at four different distances from the Pedra do Sino trail, at each distance was a total of 12 plots of 1m² of which was collected all the litter and the first centimeters of soil that of manual removal, totaling 48 plots. The material was packed in bags and taken to the appropriate laboratory for extraction of specimens through the extractor of Winckler for 48h. Was founded a total of 1180 individuals belonging to 38 species, 24 genera and 9 subfamilies. Myrmicinae were the most representative family with 21 species (51% of total), followed by Formicinae, Ponerinae and Ectatomminae, all with four species each (10.2% each). There were no significant differences in species richness between the four classes away. The abundance was different between such classes, with the area adjacent to the track with higher density. The end edge of the trail was not enough, much to promote significant changes in the community of ants. Even the largest difference in the composition and abundance of species of ants found near the track are connected to the environment and the edge of visitation, such effects are restricted to this area and it doesn't extend into the forest, which show that, for this group, the trail of the Pedra do Sino does not change the dynamics of the community, affecting them only on a small scale.

INTRODUÇÃO

Embora haja um consenso de que a comunidade de invertebrados nos trópicos compreenda uma estimativa de 94% da biomassa animal (FITTKAU & KLINGE, 1973) - que pode representar cerca de 59% de todos os animais formalmente descritos no planeta (STORK, 1993) -, tais comunidades têm sido muito pouco utilizadas em estudos conservacionistas (SILVA, 2004), nos quais aves, répteis e mamíferos representam os grupos de maior interesse (BROWN, 1997).

A fauna do solo tem importante papel como engenheiro deste estrato, direcionando parte da ciclagem de nutrientes através da fragmentação e ingestão de material da serapilheira, além de interagir com os microorganismos que decompõem e mineralizam os detritos (CROMACK *et al.*, s.d.). Assim, estes organismos executam valiosos serviços ao ecossistema, sustentando a qualidade do solo e o crescimento das plantas (HÖFER *et al.*, 2001). Sendo que esta contribuição é maior nos trópicos úmidos, onde existe uma alta densidade de fauna por unidade de serapilheira e uma maior diversidade funcional (GONZÁLEZ & SEASTEDT, 2000), o que favorece sua utilização como indicadora da ação antrópica (BASSET *et al.*, 1998).

Segundo ANDERSEN & MAJER (2004), os invertebrados possuem um grande volume de diversidade de espécies e relevante importância na função do ecossistema, fornecendo, assim, uma distante - porém dinâmica e bem refinada - visão do mesmo. Alguns grupos de artrópodes - formigas, centípodas, milípodas, isópodos e anfípodas - podem ser considerados excelentes bioindicadores da qualidade ambiental, por serem sensíveis às alterações, seja por sua forte correlação com variáveis ambientais, tais como temperatura do solo, profundidade da serapilheira, altura da copa e outros (NAKAMURA *et al.*, 2003), ou pelas mudanças nas suas densidades em relação à produtividade local (HÖFER *et al.*, 2001).

A fauna, de um modo geral, sofre efeitos do turismo em ambientes naturais. O sistema de trilhas altera a dinâmica de movimentação dos vertebrados - o que pode potencializar o pisoteio das plântulas, a predação de sementes e a herbivoria -, porém o impacto gerado por cada espécie depende das características de história de vida associadas a cada uma delas em particular (COMITA & GOLDSMITH, 2008). Ao se alterarem as estruturas do solo e da vegetação, rapidamente os invertebrados também respondem a estas mudanças, ocorrendo o deslocamento e substituição de espécies (SILVA *et al.*, 2007). Em um primeiro momento, ocorre o deslocamento das espécies que necessitam de condições específicas de umidade e temperatura, seguidas por espécies dependentes de características da vegetação que são perdidas e, por último, as predadoras que dependem das primeiras para sobreviverem (HÖLDOBLER & WILSON, 1990; SCHMIDT & DIEHL, 2008). Esta sucessão ocorre sempre que modificações estruturais de ordem natural ou antrópica afetam o ambiente. Com isto, espécies mais rústicas tomam o lugar das mais sensíveis e, ao beneficiarem-se pela ausência de competidores, tornam-se abundantes e dominantes nestes locais (WILSON & WILLIS, 1975; VASCONCELOS, 1998; SILVA *et al.*, 2007).

Estudos relacionados ao impacto do uso público sobre a fauna já retrataram o efeito sobre alguns grupos de vertebrados nas áreas de trilhas e acampamentos (BOYLE & SAMSON, 1985; MAXELL & HOKIT, 1999; MONZ *et al.*, 2004). Por outro lado, a fauna de invertebrados é pobremente representada nestes termos, embora cada vez mais trabalhos a tenham utilizado como indicadores da qualidade ambiental (*e.g.* BASSET *et al.*, 1998; NAKAMURA *et al.*, 2003; SCHÜTTE *et al.*, 2007). Noronha *et al.* (2007) demonstraram que

as trilhas e suas bordas constituem habitats fortemente alterados, revelando a importância de um manejo adequado das trilhas visando a sustentabilidade funcional e a conservação da biodiversidade nos remanescentes de Floresta Atlântica, propondo o uso da mesofauna edáfica como indicadora dessas perturbações.

A fauna de formigas, de maneira geral, apresenta relação com a estrutura do habitat, apresentando maior riqueza e diversidade em ambientes com maior complexidade, devido a um aumento na oferta de nichos vagos (PEREIRA *et al.*, 2007). Vasconcelos *et al.* (2003) encontraram relação significativa entre a textura do solo e densidade de serapilheira e a abundância de formigas; e também entre a cobertura de serapilheira e densidade de árvores e a distribuição de formigas na Floresta Amazônica brasileira. Mostraram, desta forma, quais variáveis estruturais do ambiente podem influenciar na dinâmica destas populações. O estudo destes gradientes permite a identificação dos diferentes tipos de habitats das espécies presentes na paisagem e, portanto, são importantes na definição de prioridades conservacionistas (RIBEIRO *et al.*, 1998).

ANDERSEN & MAJER (2004) chamam a atenção para o uso de protocolos simplificados de monitoramento com invertebrados que podem ser, facilmente, incorporados aos programas de monitoramento ambiental, com eficientes esforços de amostragem e metodologias adequadas à situação (BASSET *et al.*, 1998).

Neste capítulo, foi analisado o efeito gerado pelo uso público na trilha da Pedra do Sino sobre a mirmecofauna presente na serapilheira. A escolha deste grupo se deve à grande diversidade destes organismos em diferentes ambientes e a sua capacidade de resposta a mudanças estruturais, além de ser um dos grupos de insetos mais bem conhecido e estudado (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), fatores estes de extrema relevância para a escolha de bioindicadores (HUTCHESON *et al.*, 1999). Desta forma, visamos responder as seguintes perguntas:

- i. Existe diferença na riqueza e abundância da comunidade de formigas à medida que nos afastamos da trilha?
- ii. A composição da comunidade na borda da trilha é diferente da encontrada no interior da floresta?
- iii. Quais variáveis ambientais estariam relacionadas a esta diferença?

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliarmos a composição, riqueza e abundância da mirmecofauna de solo, foram estabelecidas 48 parcelas de 1m² alocadas em quatro distâncias diferentes da trilha da Pedra do Sino (ver metodologia geral). Em cada parcela, toda a serapilheira foi coletada, bem como os primeiros centímetros de solo (até 2cm). O material coletado foi acondicionado em sacos de pano rotulados com data e local de procedência e levado ao laboratório para retirada da fauna através do Extrator de Winkler (BESUCHET *et al.*, 1987; BESTELMYER *et al.*, 2000).

No laboratório, após a triagem com o auxílio de um estereomicroscópio, os indivíduos foram acondicionados em pequenos recipientes de vidro contendo álcool 70%. Posteriormente, foram separados segundo morfoespécies, montados em via seca e identificados em nível de gênero com o auxílio da chave de Bolton (1994) e em relação à espécie, quando possível, com auxílio de especialistas e através de comparações com

exemplares da Coleção Entomológica Costa Lima, do Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde o material coletado foi depositado.

Foi listada a composição e foram calculadas a riqueza (S), a abundância (N) e a frequência (%) de cada espécie amostrada e da mirmecofauna do solo como um todo. A normalidade dos dados de riqueza e de abundância foi analisada através do teste de K.S. Lilliefors (ZAR, 1999). Foram testadas possíveis diferenças na riqueza, abundância e frequência de ocorrência das espécies de formiga da comunidade entre as classes de distância da trilha, através do teste de Análise de Variância (ZAR, 1999).

Foi gerado um Dendrograma de Similaridade, baseado no Índice de Similaridade de Jaccard, da frequência de formigas nas quatro diferentes distâncias. A análise de regressão linear (ZAR, 1999) foi utilizada para avaliar o efeito das variáveis estruturais (luminosidade através da cobertura do dossel e densidade de serapilheira) sobre a riqueza e abundância da mirmecofauna de solo. Através do programa Estimates® (Versão 7.5.2) foi gerada a curva acumulativa de espécies e também calculada a curva estimada de riqueza através dos estimadores Jackknife 2 e Bootstrap para dados de ocorrência (COLWELL, 2006). Além disso, foi gerado, através do programa Comudata®, o gráfico da distribuição das frequências de cada espécie nas diferentes distâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição, riqueza e abundância da comunidade de formigas

Foi encontrado um total de 1180 indivíduos pertencentes a 38 espécies, 24 gêneros e nove subfamílias. Myrmicinae foi a família mais representativa, com 21 espécies (51% do total), seguida de Formicinae, Ectatomminae e Ponerinae, todas com quatro espécies cada (10,2% cada) (Tabela 7.1). Dentre as subfamílias amostradas, cinco (55,5% do total de famílias) foram representadas apenas por uma espécie: Amblyoponinae, Dolichoderinae, Ecitoninae, Heteroponerinae e Proceratiinae (Tabela 7.1). Myrmicinae é comumente encontrada entre as famílias mais ricas em regiões neotropicais (MARINHO *et al.*, 2002; MACEDO, 2004; SCHUTTE *et al.*, 2007), devido à grande diversidade de hábitos alimentares e de nidificação deste grupo (FOWLER *et al.*, 1991 *apud* MACEDO, 2004), sendo a mais comum no solo de florestas úmidas (DELABIE *et al.*, 2000).

Tabela 7.1: Lista das espécies de formigas encontradas em quatro diferentes distâncias (0, 10m, 20, e 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Myrmicinae	Ponerinae
<i>Acromyrmex sp</i>	<i>Anochetus orchidicola</i>
<i>Basiceros sp1</i>	<i>Hypoponera sp1</i>
<i>Basiceros sp2</i>	<i>Hypoponera sp2</i>
<i>Crematogaster sp</i>	<i>Hypoponera sp3</i>
<i>Cyphomyrmex sp</i>	Formicinae
<i>Megalomyrmex sp</i>	<i>Brachymyrmex sp1</i>
<i>Oxyepoecus sp1</i>	<i>Brachymyrmex sp2</i>
<i>Oxyepoecus sp3</i>	<i>Paratrechyna sp 1</i>
<i>Oxyepoecus sp4</i>	<i>Paratrechyna sp 2</i>

<i>Oxyopocus sp2</i>	Ectatomminae
<i>Pheidole sp1</i>	<i>Gnamptogenys sp1</i>
<i>Pheidole sp2</i>	<i>Gnamptogenys sp2</i>
<i>Pheidole sp3</i>	<i>Leptogenys SP</i>
<i>Pheidole sp4</i>	<i>Typhlomyrmex sp</i>
<i>Pyramica sp</i>	Heteroponerinae
<i>Rogeria sp</i>	<i>Heteroponera panamensis</i>
<i>Solenopsis sp1</i>	Ecitoninae
<i>Solenopsis sp2</i>	<i>Labidus SP</i>
<i>Solenopsis sp3</i>	Proceratiinae
<i>Strumigenys louisianae</i>	<i>Discothyrea SP</i>
<i>Wasmannia inhering</i>	Amblyoponinae
Dolichoderinae	<i>Amblyopone armigera</i>
<i>Linepithema sp</i>	

Na subfamília Myrmicinae os gêneros *Solenopsis*, *Pheidole* e *Oxyopocus* foram os mais representativos com quatro morfoespécies cada. Os dois primeiros são responsáveis, mundialmente, por cerca de 22% do total das espécies conhecidas, sendo abundantes em regiões tropicais (WARD, 2000). Já *Oxyopocus*, até pouco tempo, era representado por um número pequeno de indivíduos coletados, esporadicamente, em poucas e dispersas localidades (ALBUQUERQUE & BRANDÃO, 2004 *apud* CUEZZO, 2007). Segundo Cuezso (2007), a utilização de novas técnicas e protocolos, tais como o Winkler, tem permitido obter, de forma mais eficaz, pequenas formigas que habitam nichos específicos como a serapilheira. Ainda segundo a autora, *Oxyopocus* é pouco conhecido e as espécies *O. inquilinus*, *O. bruchi* e *O. daguerrei* são tidas como vulneráveis segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas.

A espécie mais abundante foi *Wasmannia inhering*, que representou 27,2% (N = 321) dos indivíduos coletados, seguida de *Solenopsis sp1* com 12,45% (N = 147), *Oxyopocus sp3* com 10,4% (N = 123), *Paratrechyna sp1* com 9,5% (N = 112) e *Hypoconera sp2* com 6,6% (N = 72). Dentre as espécies, a mais frequente foi *Solenopsis sp1*, que ocorreu em 56,3% das amostras, seguida de *Pheidole sp2*, *Paratrechyna sp1*, *W. inheringi* e *Strumigenys louisiane*, todas ocorrendo em cerca de 30% das amostras. A mais abundante, *Wasmannia inhering* foi descrita no Espírito Santo (BR) e, posteriormente, registrada na Costa Rica onde é reconhecida como uma típica habitante do dossel da Floresta Atlântica (LONGINO & FERNÁNDEZ, 2007), encontrada em altitudes em torno de 500m a.n.m., não sendo ainda registrada em áreas superiores a 1000m a.n.m. (LONGINO & FERNÁNDEZ, 2007). No presente trabalho, entretanto, a espécie, além de abundante acima desta cota altitudinal, foi encontrada no solo, contrastando com os dados destes autores (LONGINO & FERNÁNDEZ, 2007) e ampliando, assim, os aspectos ecológicos conhecidos para a espécie na Floresta Atlântica brasileira.

A riqueza variou de 1 a 13 espécies nas parcelas amostradas, com média de 4,41 (\pm 0,34) espécies por parcela. Do total de espécies coletadas, 50% podem ser consideradas raras por terem apresentado apenas um indivíduo. A curva cumulativa de espécies não demonstrou tendência à estabilização (Figura 7.1). O estimador de riqueza Jackknife 2 estimou um total de 60 espécies, indicando que este trabalho atingiu apenas 63% do esperado; e o Bootstrap indicou 44 espécies, 86% do esperado, sendo a maior e menor estimativa, respectivamente. A baixa riqueza encontrada pode estar relacionada, possivelmente, à variação altitudinal encontrada na área estudada, o que eleva o número de espécies raras - ocorrendo em apenas uma ou duas amostras - que são utilizadas pelos estimadores para o cálculo; também pode estar relacionada ao fato desta amostragem se restringir a uma única coleta de dados, não contemplando as variações sazonais na área nem utilizando outras técnicas de captura (LONGINO *et al.*, 2002; SCHUTTE *et al.*, 2007). Além disso, no inverno, as formigas

movem seus ninhos para maiores profundidades no solo ou passam a forragear sobre a vegetação, influenciando no sucesso de captura das mesmas (BESTELMEYER *et al.*, 2000 *apud* VEIGA-FERREIRA *et al.*, 2005).

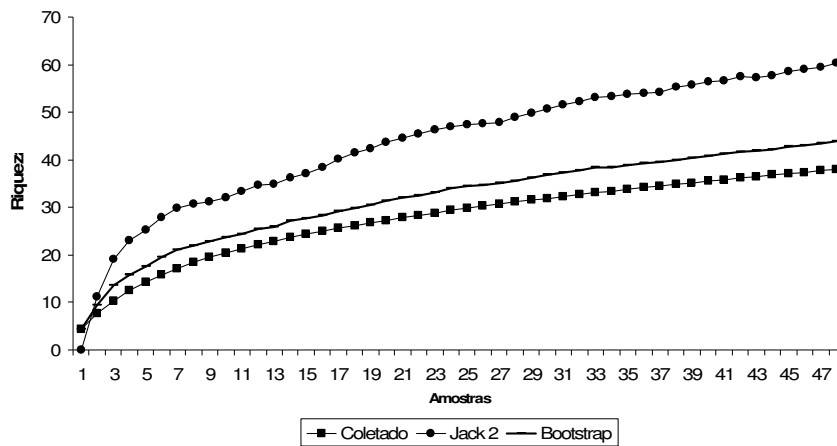


Figura 7.1: Curva cumulativa de espécies de formigas amostradas e estimadas por Jackknife 2 e Bootstrap na serapilheira da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Ordenação e efeito da distância sobre a comunidade de formigas

Entre as classes de distância analisadas, o número de espécies foi bem próximo: a Área 4 apresentou o menor número de espécies ($S = 18$), seguida da Área 1 e 2 com 22 e a Área 3 com 23. As quatro classes de distâncias não diferiram, estatisticamente, entre si em relação à riqueza de espécies (ANOVA: $N = 48$; $F = 0,443$; $P = 0,723$) (Figura 7.2).

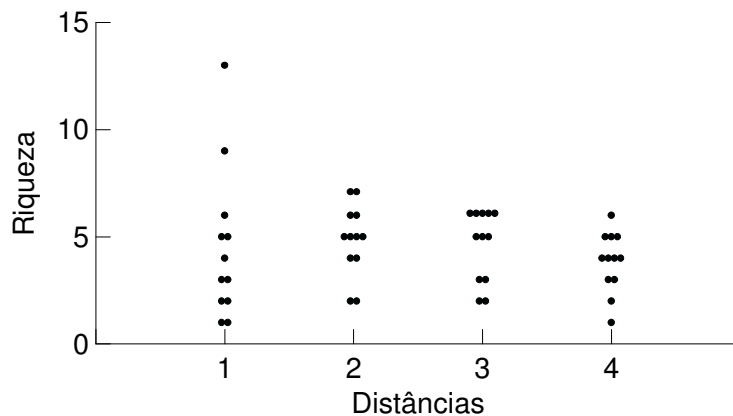


Figura 7.2: Riqueza de espécies de formigas em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino, no PARNASO, RJ.

A abundância variou de 1 a 58 espécimes, com média de 29,5 ($\pm 7,5$) indivíduos por parcela. Houve diferença significativa entre as classes de distância (N = 48; F = 3,645; P = 0,020, $R^2 = 0.199$), sendo a Área 1 mais abundante do que as Áreas 3 e 4 (teste de Tukey: P = 0,025 e P = 0,05, respectivamente). Embora a Área 2 não tenha apresentado diferença significativa das demais, esta poderia ser encontrada reconsiderando uma das parcelas desta área que apresentou 58 indivíduos, mas que não foi considerada *outlier* pela análise (Figura 7.3). Barbosa *et al.* (2005), trabalhando com insetos herbívoros em ambiente de borda, trilhas e zonas nucleares, encontraram diferenças significativas entre a área de borda e as demais, mas não encontraram entre as trilhas e zonas nucleares, demonstrando que aquelas não possuem efeitos que as diferenciem das áreas mais preservadas.

Noronha e colaboradores (2007) encontraram, em áreas antropizadas, uma diminuição da densidade de insetos sociais, característica que se torna mais evidente quando consideradas áreas de bordas de trilha ou mesmo a trilha propriamente dita. Possivelmente, a redução da cobertura vegetal, da cobertura do solo por serapilheira e a compactação do solo reduzam a complexidade do habitat, diminuindo o número de sítios de ocupação pelas espécies de formigas e, conseqüentemente, a abundância de indivíduos. Ao contrário de Noronha *et al.* (2007), o presente estudo evidenciou uma maior densidade nas áreas de borda e corrobora o resultado obtido por Barbosa *et al.* (2005), por não encontrar diferenças na riqueza de espécies, demonstrando que existem peculiaridades pertencentes a cada grupo em questão e que os mesmos podem responder de forma diferente aos mais diversos fatores.

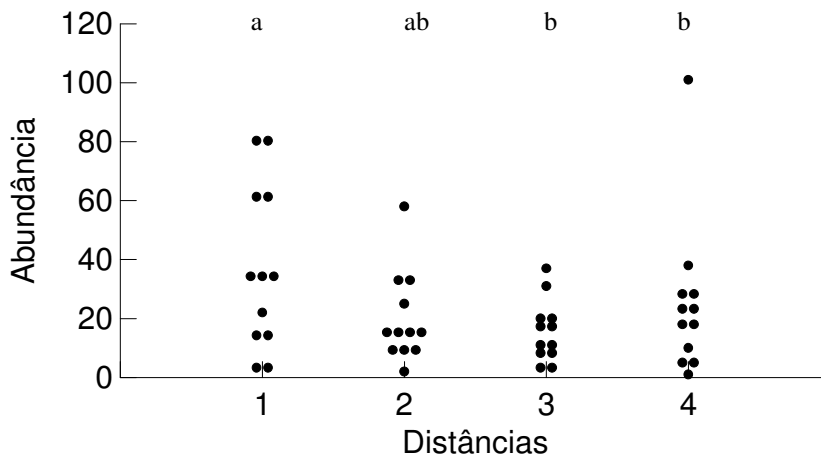


Figura 7.3: Abundância de formigas em quatro distâncias (0, 10, 20 e 40m) da trilha da Pedra do Sino no PARNASO, RJ.

Dentre as espécies amostradas, seis (15%) foram exclusivas da Área 1, quatro (10%) da Área 2, cinco da Área 3 (13%) e apenas uma (2%) espécie da Área 4. Onze espécies (29%) foram amostradas em todas as classes de distâncias (Figura 7.4). Tais dados demonstram o quanto a composição de espécies é semelhante entre estas diferentes classes.

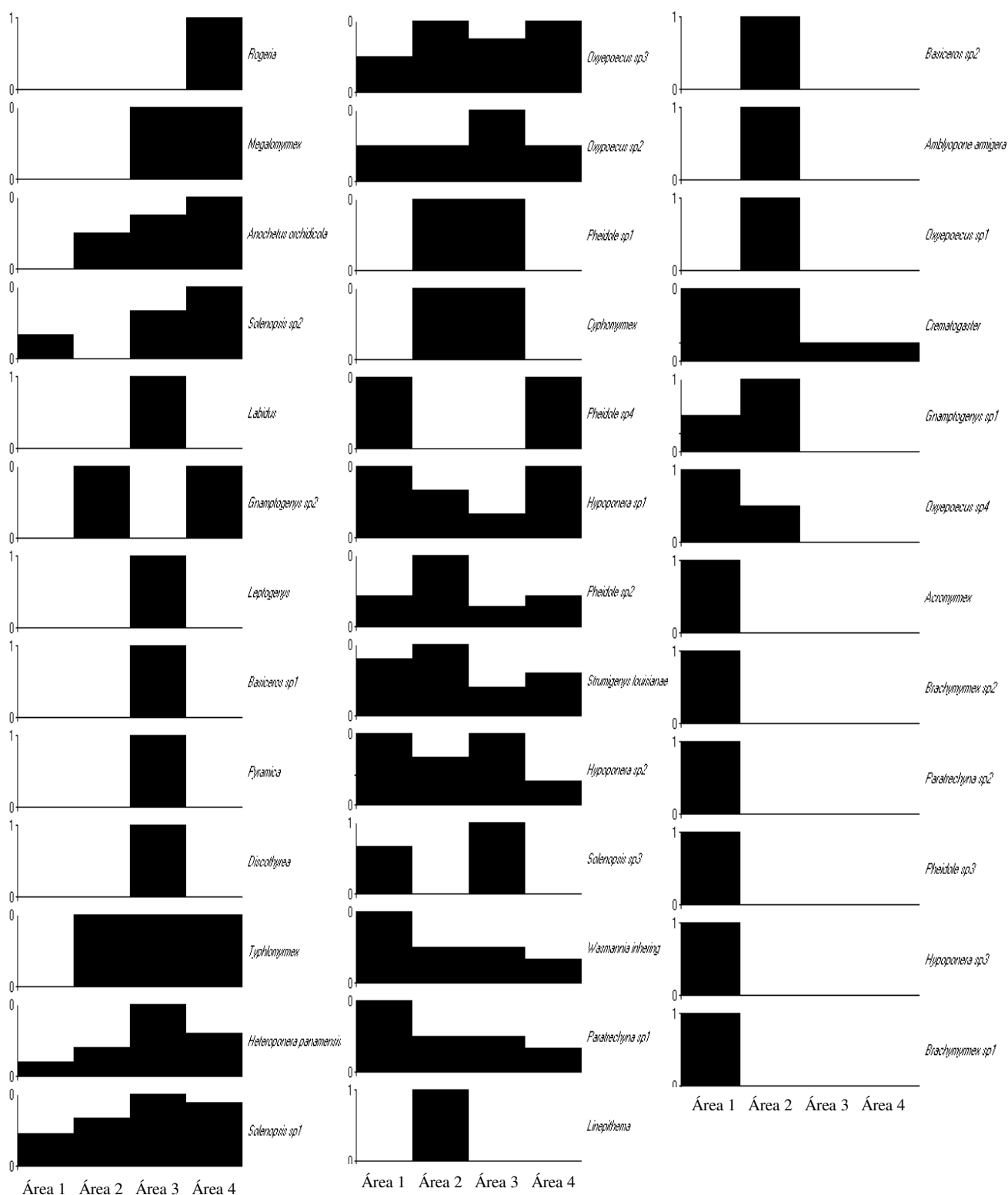


Figura 7.4: Ordenação da frequência de ocorrência das espécies de formigas em quatro diferentes distâncias (Área 1 = 0, Área 2 = 10m, Área 3 = 20m e Área 4 = 40m) da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

A análise de Cluster indicou um maior grau de similaridade entre as Áreas 3 e 4, distanciando a Área 1 das demais e colocando a Área 2 entre estas (Figura 7.5). Tais dados sugerem certo grau de diferenciação entre a Área 1 e as demais, reforçando o já observado em relação à abundância. Esta área, por se apresentar como uma zona de ecótono, possui uma maior diversidade de recursos, oferecendo uma maior disponibilidade de nichos (PEREIRA *et al.*, 2007; BRAGA, 2008), maior abundância e composição distinta de espécies para alguns taxa (BARBOSA *et al.*, 2005).

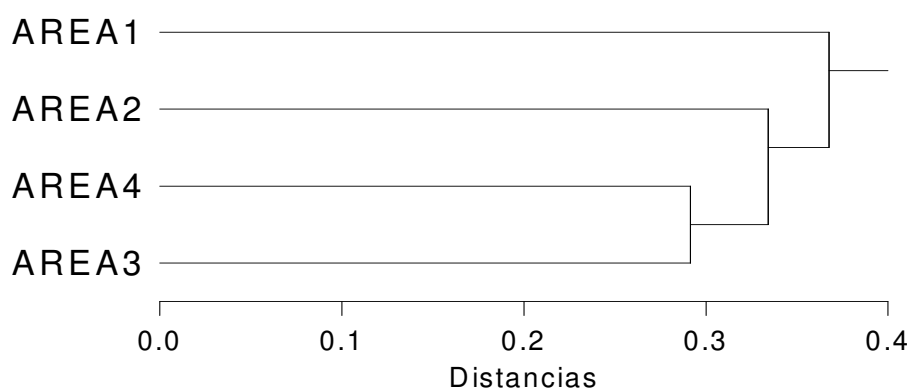


Figura 7.5: Dendrograma de similaridade baseado no Índice de Similaridade de Jaccard da mirmecofauna entre quatro classes de distâncias (0, 10, 20 e 40m), na Trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

Dentre as variáveis utilizadas para identificar quais fatores poderiam estar gerando estas diferenças entre áreas, nenhuma apresentou relação com a abundância, sendo somente encontrada relação positiva entre a cobertura do dossel e a riqueza de espécies de formigas ($N = 49$; $F = 4,916$; $R^2 = 0,097$; $P = 0,032$) (Figura 7.6). No entanto, a variação observada na riqueza foi fracamente explicada por esta variável (10%), indicando que, possivelmente, outros fatores possam explicar melhor a distribuição destes organismos na área. Segundo Vasconcelos (2008), próximo à borda, as árvores são menores e a serapilheira mais espessa, fatores que aparentemente causam mudanças na composição da comunidade de formigas. Conforme observado no Capítulo I, somente a cobertura do dossel apresentou diferença significativa entre as classes de distância, não havendo diferença na densidade da serapilheira, o que pode contribuir para uma distribuição mais homogênea da riqueza e composição de espécies de formigas no gradiente proposto.

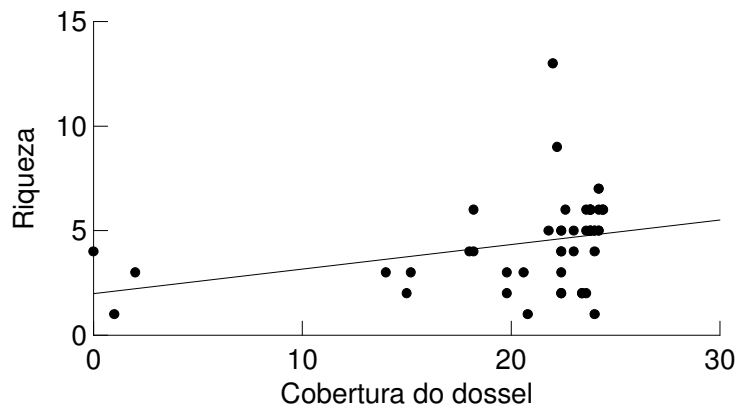


Figura 7.6: Relação entre cobertura do dossel e riqueza de espécies de formiga na trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Os dados obtidos permitem considerar que a trilha da Pedra do Sino não se apresenta como ambiente de borda suficiente para gerar efeitos deletérios sobre a riqueza da fauna de formigas. Por apresentar diferença entre as classes de distância em relação à abundância, tais dados sugerem que estes ambientes possuem apenas uma maior produtividade devido a uma maior incidência luminosa (MACIEL *et al.*, 2002), aumentando a proporção de espécimes de formigas e, desta forma, não afetando como um todo a estrutura desta comunidade (BRAGA, 2008). Talvez as áreas florestais apresentem-se como mosaicos onde a dinâmica de clareiras e a consequente distribuição das comunidades se alteram no tempo e no espaço (BARBOSA *et al.*, 2005).

A mirmecofauna tem sido citada como potencial indicador biológico para mudanças ocorridas em ambientes naturais (SILVA *et al.*, 2007) e, aqui, mostrou-se capaz de inferi-las com sutileza suficiente para possibilitar um maior entendimento da estrutura e composição da fauna sob influência da trilha, demonstrando que a mesma insere-se apenas como mais um elemento na heterogeneidade de habitats encontrados não interferindo, assim, significativamente, na estrutura da comunidade. Apesar de se tratar de uma única coleta e não ter contemplado a sazonalidade, estes resultados permitem perceber os padrões mais evidentes, o que não dispensa que novos estudos, que contemplem maiores esforços e outras metodologias amostrais, sejam utilizados para este e para os demais grupos da fauna. Para isto, deve-se considerar a viabilidade destes estudos e a urgência nas respostas referentes, para que ações de manejo possam ser realizadas com estas bases, antes mesmo que os impactos negativos venham a se instalar nestas áreas e tornem-se irreversíveis.

CONCLUSÕES

- Não há diferenças significativas na riqueza de espécies de formigas entre as quatro classes de distância;
- A abundância de formigas foi diferente entre as classes de distância, com a área adjacente à trilha apresentando maior densidade;
- Possivelmente, a maior densidade de formigas no ambiente de borda esteja relacionada à maior produtividade desta área de ecótono, por apresentar maior incidência luminosa e diversidade de plantas herbáceas;
- O efeito de borda da trilha não foi suficientemente grande para promover mudanças significativas na comunidade de formigas;
- Um número maior de amostragens, que contemplem a sazonalidade e diferentes métodos de coleta, podem melhor evidenciar os resultados apresentados, embora este primeiro estudo já traga fortes evidências da ausência de interferência direta sobre esta parcela da fauna, demonstrando a eficiência deste grupo de organismos como bioindicadores;
- Mesmo que a maior abundância e a diferença na composição de espécies de formigas observadas próximo à trilha estejam relacionadas ao ambiente de borda e à visitação, tais efeitos ficam restritos a esta área não se estendendo para o interior da floresta, o que permite afirmar que, para este grupo, a trilha da Pedra do Sino não altera a dinâmica da comunidade, afetando apenas estas populações em pequena escala.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS FÍSICOS PARA UMA LEITURA DO ATUAL ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA TRILHA DA PEDRA DO SINO E A CONDUTA DOS VISITANTES EM ÁREAS PROTEGIDAS

CAPÍTULO IV

ASPECTOS FÍSICOS PARA UMA LEITURA DO ATUAL ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA TRILHA DA PEDRA DO SINO E A CONDUTA DOS VISITANTES EM ÁREAS PROTEGIDAS

RESUMO

Os indicadores físicos são de suma importância em trabalhos realizados em áreas protegidas no Brasil, uma vez que proporcionam uma forma de mensuração mais rápida, exigem menos qualificação dos recursos humanos envolvidos e menos tempo em campo e laboratório, diminuindo, assim, os recursos financeiros necessários. Trilhas bem construídas e devidamente mantidas protegem o ambiente do impacto do uso e ainda asseguram aos visitantes maior conforto, segurança e satisfação. Além disso, terão papel significativo na impressão que o visitante levará sobre a área e sobre a instituição que a gerencia. Assim, foi analisado o atual estado de conservação da trilha da Pedra do Sino no que se refere aos aspectos físicos, avaliando-se o perfil dos visitantes, bem como seus conhecimentos sobre os princípios desenvolvidos pelo programa de Conduta Consciente em Ambientes Naturais (MMA), obtendo-se a visão dos mesmos sobre as características depreciativas da trilha e sobre o manejo realizado no PARNASO a fim de avaliar seu grau de satisfação sobre a qualidade da visita. A largura média da trilha apresenta-se acima do recomendado. A profundidade e declividades da trilha estiveram dentro dos padrões esperados. Problemas de drenagem foram evidentes ao longo de toda a trilha aumentando a intensidade dos processos erosivos. Os atalhos revelaram problemas básicos de causa e efeito, ampliando a área total impactada. Os visitantes, em sua maioria, visitavam o parque pela primeira vez e apresentaram certa constância de retorno, indicando satisfação com a visita. Foi identificado elevado grau de escolaridade por parte dos visitantes que, combinado a certa assiduidade em áreas naturais, favorece o desenvolvimento da Educação Ambiental. A maioria dos visitantes frequentaram o parque em grupos pequenos, de acordo com o proposto no Conduta Consciente em Ambientes naturais (CCAN). Trilhas com muitos atalhos e caminhos secundários foi o impacto negativo mais observado pelos visitantes. Número de visitantes, impactos negativos e ações de manejo foram pouco percebidos pelos visitantes e, de forma geral, não interferem na qualidade da visita.

ABSTRACT

The physical indicators are of great importance in work carried out in protected areas in Brazil, since they provide a way to measure faster, require less qualification of human resources and less time involved in field and laboratory, thus reducing the financial resources necessary. Tracks well built and properly maintained to protect the environment impact of the use and ensure the visitors comfort, safety and satisfaction. Also, have significant role in the impression that the visitor will take over the area and on the institution that manages it. It was analyzed the current conservation status of the Pedra do Sino trail with regard to physical aspects, is evaluating the profile of visitors, as well as their knowledge of the principles developed by the program *Conduta Consciente em Ambientes Naturais* (MMA), achieving the vision of those on the detrimental characteristics of the track and the management held in Parnaso to assess their degree of satisfaction on the quality of the visit. The average width of the trail it is recommended above, the depth and slope of the trail have to be within the standards expected; drainage problems are evident throughout the track by increasing the intensity of erosion processes, the shortcuts revealed basic problems of cause and effect increasing the total area impacted. Visitors mostly come to the park for the first time and show some consistency of return, indicating satisfaction with the visit; was identified high school by the visitors that the combined attendance in some natural areas promotes the development of Environmental Education; the majority of visitors attending the park in small groups according to the proposed CCAN; trails with many shortcuts and side roads was the most negative impact observed by visitors; number of visitors, impacts and management actions are poorly perceived by visitors and in general, does not interfere with the quality of the visit.

INTRODUÇÃO

Os indicadores físicos são de suma importância em trabalhos realizados em áreas protegidas no Brasil, uma vez que proporcionam uma forma de mensuração mais rápida, exigem menos qualificação dos recursos humanos envolvidos e menos tempo em campo e laboratório, diminuindo, assim, os recursos financeiros necessários (MAGRO, 1999). Infelizmente, a maioria das UC brasileiras carece de recursos de todas as grandezas e do desenvolvimento de metodologias simples e baratas que facilitem o processo de gestão que são cruciais para a tomada de decisão, com bases empíricas, pelos gestores (RIBEIRO, 2006; VIVEIROS DE CASTRO & CRONENBERGER, 2007).

Os impactos físicos das trilhas são considerados pequenos quando comparados às grandes rodovias e ferrovias que cortam o país. No entanto, possuem especial relevância no contexto em que se inserem, pois, em geral, as trilhas estão localizadas nos últimos remanescentes vegetais ainda preservados de Floresta Atlântica, funcionando como único acesso a áreas remotas em UC e permitindo uma maior aproximação do público ao ambiente natural (BARROS, 2003). Por estas e por outras razões, as trilhas vêm sendo estudadas, nas últimas décadas, em relação aos impactos físicos gerados pelo uso público, a fim de assegurar seu usufruto às futuras gerações e garantir a conservação dos ecossistemas em que se inserem, tanto a curto como a médio e longo prazos.

No tocante aos impactos físicos, uma série de metodologias vem sendo utilizadas com a finalidade de mensurá-los e também de facilitar a obtenção dos dados. Jewell & Hammit (2000) fizeram uma revisão destas metodologias e, para isso, utilizaram como critérios de avaliação o nível de treinamento requerido, a eficiência, precisão, acurácia e utilidade no manejo. Dentre as nove técnicas avaliadas, a Avaliação da Classe de Condição (*Condition Class Assessment – CCA*) (COLE *et al.*, 1997) foi a que apresentou maior pontuação média, embora seja a que possui menor utilidade de manejo por apresentar apenas dados qualitativos. Esta metodologia separa as trilhas em seis diferentes classes de acordo com a presença de vegetação, camada orgânica do solo e raízes ou pedras expostas no leito da trilha (Tabela 8.1). Estes autores chamam a atenção dos gestores para a necessidade de adaptação dos métodos às condições locais da UC, atentando para os recursos estruturais, humanos e financeiros disponíveis, bem como o tempo necessário para tomada dos dados no campo, pois embora algumas metodologias apresentem-se como facilitadoras do processo, os resultados podem ter pouca ou nenhuma aplicação no manejo das áreas.

Tabela 8.1. Classes de condição da trilha segundo a metodologia “Avaliação da Classe de Condição” (adaptado a partir de COLE *et al.*, 1997).

CLASSES DE CONDIÇÃO DA TRILHA	
CLASSE 0:	Trilha dificilmente diferenciável; nenhuma ou mínima perturbação da vegetação e/ou camada orgânica;
CLASSE 1:	Trilha distinguível; ligeira perda da cobertura vegetal e/ou mínima perturbação da camada orgânica;
CLASSE 2:	Trilha óbvia; perda de cobertura vegetal e/ou matéria orgânica espalhada na área de uso primário;

CLASSE 3:	Cobertura vegetal perdida e/ou camada orgânica espalhada no centro do traçado, algum solo exposto;
CLASSE 4:	Perda total ou quase total da cobertura vegetal e camada orgânica, solo nu generalizado;
CLASSE 5:	Óbvia erosão do solo, indicada por raízes expostas e rochas ou ravinação.

Lechner (2006), em seu trabalho intitulado Planejamento, Implantação e Manejo de Trilhas em Unidades de Conservação, lista 20 impactos físicos potenciais ou de uso sobre a trilha, tais como erosão e transporte de solo, contaminação de rios e outros corpos d'água por sedimentação e alargamento do corredor da trilha. Este autor sugere que todos estes impactos devem ser mensurados e manejados, pois a identificação dos danos gerados pelo uso público, a sua readequação (recuperação) e o monitoramento são ferramentas necessárias a uma gestão ambiental sustentável.

Como exemplo no Brasil, Magro (1999) observou, no Parque Nacional do Itatiaia, RJ, que, desde sua criação em 1937, fatores institucionais, ligados à administração, contribuíram fortemente para a degradação de parte do ecossistema e, além disso, que o tipo de manejo dado à área é um dos fatores mais determinantes para a manutenção das características desejáveis de uma trilha ou para sua recuperação. Barros (2003), em estudo posterior na mesma área, verificou que os indicadores qualitativos que apresentam resultados estatisticamente diferentes entre as trilhas – erosão, degraus, pedras e drenagem – são inerentes às condições do local (declividade e tipo de solo) e têm relação com o planejamento e não com o comportamento do visitante. Magro (*op cite*) cita o pisoteio como principal responsável pela destruição da estrutura do solo e, conseqüentemente, do aumento da susceptibilidade à erosão, sendo o grau de declividade e o tipo de solo os principais fatores facilitadores da degradação da trilha estudada.

Ribeiro (2006) constatou, em uma trilha do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife-PE, que a mesma não seguiu nenhuma diretriz fundamentada no diagnóstico ou zoneamento, e não contempla programas de manutenção, obtendo assim efeitos negativos do uso público como a presença de vários caminhos secundários, erosão acentuada, largura excessiva das trilhas, trechos obstruídos, presença de risco, lixo e vegetação no leito da trilha.

Segundo Cole (1991), a causa primária do alargamento da trilha é o pisoteio, e do afundamento é o escoamento superficial das enxurradas, sendo este, conseqüentemente, mais influenciado pelas características do solo e de declividade. O aumento da largura da trilha e o número de caminhos alternativos são fatores adequados para detectar mudanças indesejáveis nas trilhas através do monitoramento. Trilhas bem construídas e devidamente mantidas protegem o ambiente do impacto do uso e ainda asseguram aos visitantes maior conforto, segurança e satisfação. Além disso, terão papel significativo na impressão que o visitante levará sobre a área e sobre a instituição que a gerencia (ANDRADE, 2003). Os resultados obtidos de levantamentos físicos servem de base para o programa de manutenção, fornecendo dados importantes para serem utilizados em esforços futuros de planejamento e ampliação (LECHNER, 2006).

Ribeiro (2006) chama a atenção para as dificuldades de concreta implementação dos programas de manejo - dentre eles o de visitação pública - necessários à efetiva conservação dos recursos naturais. Observa, ainda, a necessidade de articulação entre os gestores das áreas

protegidas, a comunidade científica, comunidades locais e organizações não governamentais a fim de tornarem efetivas as estratégias de manejo adotadas.

Embora situações relacionadas à escolha de sítio e um efetivo programa de manutenção e monitoramento sejam importantes para a conservação das áreas utilizadas pelo público em ambientes naturais, outro fator de elevada importância é o conhecimento da real influência do comportamento dos visitantes sobre o impacto final gerado nestas áreas. É inevitável, em razão dos novos atores, das novas atividades e das novas facilidades, que a introdução de turistas em áreas previamente pouco visitadas interfira no meio ambiente (WALL, 1997). A percepção do visitante pode garantir o sucesso ou o fracasso de um núcleo e é determinada por um conjunto de fatores que envolvem a educação, a cultura e o *marketing* da venda do produto (ARAÚJO, 2006).

Em seu trabalho, Barros (2003) verificou que os indicadores que não apresentaram diferenças significativas entre as trilhas analisadas, como lixo e vandalismo, estão relacionados diretamente com o comportamento do visitante. Portanto, a educação do público, com vistas a mudar seu comportamento em áreas naturais, faz-se importante na conservação de características da área visitada. Educação esta que não finda ao deixar estes ambientes, mas que passa a fazer parte da vida das pessoas e acaba se estendendo para o meio social urbano, aumentando a consciência e o respeito aos recursos naturais e fazendo parte ainda das estratégias de Educação Ambiental.

Ribeiro *et al.* (2007), em estudo no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife-PE, constataram que os impactos gerados nas trilhas pela presença do lixo e pelos danos às espécies vegetais - os quais são verificadores relacionados ao comportamento do visitante - são provavelmente causados pela ausência de um programa efetivo de conscientização acerca das regras e atitudes a serem tomadas durante a visita, bem como pela ausência de orientações nas trilhas para os visitantes que a realizam sem acompanhamento de monitores, sugerindo, neste caso, a utilização de placas para trilhas auto-guiadas.

Para que os efeitos da visita não sejam predatórios, é necessária a aplicação de metodologias com a finalidade de avaliar os impactos existentes e os aceitáveis em determinadas áreas, bem como identificar os meios para atingir essas condições (FREITAS *et al.*, 2002). Características históricas e culturais também devem ser pesquisadas e ressaltadas a fim de otimizar as informações e incluir a dimensão educacional às trilhas (PROUDMAN, 1977).

Em 1990, nos Estados Unidos, uma clara necessidade de educação dos visitantes e os conhecimentos gerados pela investigação sobre os impactos da visita em áreas naturais levaram as agências federais norte-americanas, em conjunto com a *National Outdoor Leadership School* (NOLS), a promover o programa nacional *Live No Trace* (LNT) que ensina ética e práticas de mínimo impacto para caminhadas e acampamentos ao ar livre. O LNT baseia-se em sete princípios: 1- Planeje e prepare; 2- Viaje e acampe em superfícies duráveis; 3- Descarte os resíduos adequadamente; 4- Deixe o que você encontrar; 5- Minimize os impactos do fogo; 6- Respeite a vida selvagem; e 7- Considere os outros visitantes (DANIELS & MARION, 2005).

Cole (2001) coloca que uma das questões correntes na ecologia da recreação em áreas naturais é quão efetivas são as ações de manejo sobre o sítio e sobre os visitantes para reduzir ou conter os impactos gerados em áreas naturais, citando como exemplo o LNT como possuidor de poucas pesquisas avaliando a efetividade de suas recomendações para reduzir a intensidade e extensão dos impactos. Porém, mais recentemente, Daniels & Marion (2005) demonstraram que dois dias de curso *LNT Trainer* melhoraram, significativamente, o conhecimento, a ética e o comportamento dos visitantes em relação às práticas recreativas de

baixo impacto, mostrando-se uma ferramenta eficaz em auxiliar os gestores de áreas naturais a atingirem os objetivos de manejo da visitação. Estes dados salientam a importância da disseminação de tais práticas e a efetividade dos programas de uso público.

Os princípios do LNT têm se expandido pelo mundo, tendo sido adotados por alguns países da América Central e do Sul. Equipes do NOLS têm trabalhado com manejadores e organizações no programa inicial *No Deje Rastro* (MARION & REID, 2007) como ferramenta para o manejo do uso público em suas áreas naturais. No Brasil, o programa que norteia o comportamento dos visitantes é o “Conduta Consciente em Ambientes Naturais (CCAN)” do Ministério do Meio Ambiente, o qual é trabalhado através de uma cartilha com oito princípios básicos a serem seguidos pelos visitantes durante sua estada nas UC (Anexo 2).

Barros (2003), em seu estudo no PNI sobre a consciência dos visitantes frente aos princípios apresentados na cartilha de CCAN, observou que mesmo que o visitante vá ao Parque várias vezes durante um ano, ou muitas vezes ao longo dos anos, seus conhecimentos sobre os impactos gerados pela visitação e as técnicas para minimizá-los são pequenos, creditando a isto a ausência de estrutura no PNI para receber o visitante, como trilhas interpretativas, centro de visitantes, painéis educativos, funcionários treinados e um programa de educação dos visitantes. A infraestrutura oferecida e o comportamento dos visitantes quando identificados, quantificados e localizados subsidiam o reconhecimento das respectivas causas e efeitos, a reestruturação dos pontos críticos, o estabelecimento de um sistema oficial de trilhas e a manutenção das características naturais desejáveis nestas áreas (RIBEIRO, 2006).

Neste capítulo, foram analisados o atual estado de conservação da trilha da Pedra do Sino no que se refere aos aspectos físicos e o perfil dos visitantes, bem como seus conhecimentos sobre os princípios desenvolvidos pelo CCAN, obtendo-se a visão dos mesmos sobre as características depreciativas da trilha e sobre o manejo realizado no PARNASO a fim de avaliar seu grau de satisfação sobre a qualidade da visita.

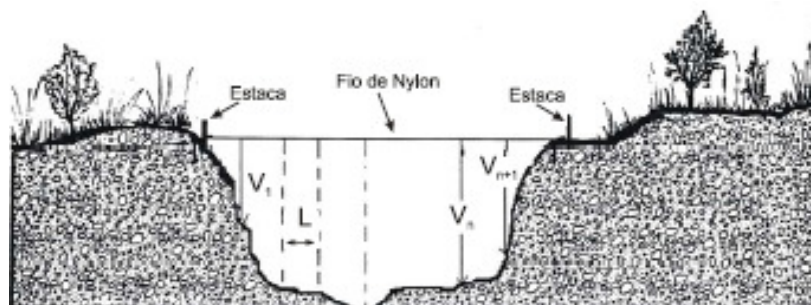
MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação dos Impactos Físicos

Conforme utilizado por Barros (2003), adaptando outros autores (COLE, 1991; TAKAHASHI, 1998; LEUNG & MARION, 1999; MAGRO, 1999), foram escolhidos 68 pontos amostrais, distribuídos sistematicamente a cada 100m ao longo da Trilha da Pedra do Sino, em função de sua extensão. Nestes pontos, foi efetuado o levantamento detalhado de múltiplos parâmetros com base em mensurações físicas:

- a. **Largura total da trilha:** medida tomada entre as laterais do leito principal. Essa medida também foi usada para calcular a área da seção transversal da trilha;
- b. **Solo exposto:** área sob influência direta do pisoteio, sem vegetação. Foi considerado solo exposto toda área no leito da trilha com menos de 5% de cobertura vegetal viva e musgo. Não foram considerados os barrancos, nem as áreas laterais da trilha;

- c. **Profundidade do canal:** medida vertical da maior profundidade do canal, tomada a partir de uma linha horizontal esticada entre as duas extremidades laterais do leito principal da trilha;
- d. **Área da seção transversal:** indica o grau de erosão ocorrido na trilha. As medidas foram obtidas esticando-se uma corda de nylon, presa nas duas extremidades da trilha principal e tirando-se 10 medidas da profundidade (Figura 8.1);
- e. **Trilhas e caminhos secundários:** número de bifurcações a partir da trilha principal;
- f. **Indicadores qualitativos:** são características indicativas da qualidade do leito da trilha como aparência, erosão, drenagem ruim e lixo;
- g. **Declividade paralela:** declividade medida ao longo da trilha, no sentido de caminhamento;
- h. **Declividade perpendicular:** declividade no sentido transversal de caminhamento da trilha. Os valores de declividade (paralela/perpendicular) foram agrupados a partir de uma adaptação feita por Magro (1999) das classes de relevo descritas em Lemos & Santos (1996) (Tabela 8.2).



A área da seção transversal é obtida pela fórmula:

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

onde:

A = área da seção transversal;

$V_1 - V_{n+1}$ = medida das distâncias verticais, iniciando em V_1 e terminando em V_{n+1} , a última medida tomada;

L = intervalo da linha horizontal esticada.

Figura 8.1: Esquema da tomada de medidas para o cálculo da área de seção transversal (modificada a partir de COLE, 1991).

Tabela 8.2: Valores e classes de declividade sugeridas por Magro (1999) utilizadas para avaliação da Trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

<i>Valor de declividade</i>	<i>Classe de declividade</i>
< 2°	Plano
2 a 5°	Baixa
5 a 11°	Média
11 a 24°	Alta
> 24°	Muito alta

Metodologia de Avaliação da Conduta dos visitantes

O material utilizado para verificar o tipo de conduta dos visitantes, bem como sua percepção sobre o atual estado de conservação da trilha foi o questionário adaptado de Barros (2003), para a trilha da Pedra do Sino (Anexo 1). A primeira parte do questionário avaliou as características sociais do visitante, a segunda os objetivos da visita à trilha da Pedra do Sino, a terceira parte avaliou a qualidade da visita segundo a percepção dos visitantes – na qual foram utilizadas perguntas a respeito de características ambientais e sociais, no intuito de perceber o que tais características representam ao visitante e, também, quais são mais percebidas. A última parte do questionário avaliou o conhecimento dos visitantes sobre Conduta Consciente em Áreas Naturais.

Durante pelo menos dois domingos mensais, ao longo da temporada de montanhismo (maio a setembro) de 2008, foi solicitado aos visitantes que retornavam da trilha que respondessem, individualmente, ao questionário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento dos dados físicos gerou um total de 68 pontos amostrais ao longo de 6800m de trilha analisada, considerando o trecho da barragem do Rio Andorinhas até a cota 2000 m a.n.m. As entrevistas foram feitas com 400 visitantes da trilha da Pedra do Sino e também com pessoas provenientes da travessia Petrópolis-Teresópolis, as quais, obrigatoriamente, utilizam esta trilha.

Avaliação dos impactos físicos: o aspecto atual da trilha

Dentre os indicadores físicos, a largura total variou de 0,90 a 2,70 m com média de 1,80 m ($\pm 0,56$). Já a largura do solo nu variou de 0,20 a 1,50 m com média de 0,74 m ($\pm 0,35$) (Tabela 8.3). A largura total encontrada aproxima-se da observada por Ribeiro (2006) em uma trilha considerada por ela, segundo indicadores específicos, como a menos conservada no Parque Estadual de Dois Irmãos, PE. Em duas trilhas distintas, quanto ao nível de conservação, a autora encontrou uma largura média de 1,9 m para a trilha do Leão,

considerada mais antropizada e 0,96 m para a trilha dos Macacos. Embora não existam padrões específicos para a área, a largura da trilha influenciará diretamente na área total impactada e, portanto, a mesma deve ser suficiente para assegurar um fácil deslocamento dos visitantes, assegurando a qualidade da visita e mantendo, também, os níveis de impacto previstos e aceitáveis. Lechner (2006) sugeriu, para florestas tropicais, que algumas diretrizes gerais devam ser seguidas para o planejamento de trilhas e indicou, como larguras ideais, medidas que variam entre 0,60 a 0,95 m de área de solo nu, e entre 1,2 e 1,5 m a largura total da trilha. Marion (1994 *apud* BARROS, 2003), trabalhando em diversas trilhas, com diferentes níveis de impacto, sugeriu a largura média de 1,0 m.

A profundidade máxima variou de 1,0 a 69,0 cm, com média de 16,45 cm ($\pm 1,27$) e a área de seção transversal variou de 262,5 a 12402,0 cm² com média de 1743,22 cm² ($\pm 217,8$) (Tabela 8.3). Marion (1994) sugere uma profundidade média de 30,0 cm, valor que está bem acima do encontrado na Trilha da Pedra do Sino. Apesar disto, a trilha, em alguns trechos, chega a ultrapassar 1,0 m de profundidade devido, principalmente, a problemas de drenagem, como pode ser observado em campo. Em uma relação entre a área de seção transversal média (0,174 m²) e o trecho estudado (6800 m), o volume de solo carregado equivaleria a um total de 1183,2 m³, perda esta que se mantém numa velocidade lenta e constante, se considerarmos um histórico de 70 anos desde a abertura da trilha – uma média de 17 m³/ano de solo perdido.

Tabela 8.3: Resultado dos parâmetros físicos de largura total, largura de solo nu, profundidade e área de seção transversal encontrados na Trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ, expressos pela amplitude (mínimo e máximo), média e erro padrão (em cm).

<i>Indicadores Físicos</i>	<i>Mínimo (cm)</i>	<i>Máximo (cm)</i>	<i>Média (cm)</i>	<i>Erro Padrão(cm)</i>
Largura Total	90	270	180	$\pm 0,56$
Largura de solo nu	20	150	74	$\pm 0,35$
Profundidade	1	69	16,4	$\pm 1,27$
Área de seção transversal	262,5	12402	1743,2	$\pm 217,8$

A área de seção transversal está intimamente relacionada à declividade paralela à trilha e à qualidade do solo (COLE, 1991), pois são estas que determinam a força de escoamento das águas e, conseqüentemente, a intensidade dos processos erosivos, enquanto a qualidade do solo e o nível de compactação determinam a resistência do mesmo. A declividade paralela variou de 0,0 a 17,5%, com média de 6,2% ($\pm 0,006$). Segundo Lechner (2006), a declividade deve ser de até 20% para que a trilha apresente fácil caminamento e baixa taxa de erosão – a qual varia de área para área de acordo com a qualidade do solo e intensidade de visitação. Já a declividade perpendicular ao sentido de caminamento da trilha, segundo o mesmo autor, deve ser de 2,0 a 4,0% para garantir uma drenagem transversal à trilha. Na Pedra do Sino, este parâmetro variou de 0,0 a 25,0%, com média de 3,5% ($\pm 0,8$), estando ainda dentro da média sugerida.

Os dados indicaram que a Trilha da Pedra do Sino apresenta uma baixa declividade paralela, caracterizando-se, quase que inteiramente, como trilha plana (73,5%) ou de baixa e média inclinação (26,5%) (Tabela 8.4). Isso se deve ao fato do trecho estudado apresentar um

desnível de 792 m entre o ponto de início e o fim, representando uma declividade geral de 11,65% ou cerca de 7° de inclinação. No entanto, apesar desta característica, alguns trechos podem ser considerados como críticos devido às redes de drenagem que adentram a trilha e aos trechos de alta declividade onde processos erosivos intensos podem ser observados. Outro fator que age neste processo é a declividade perpendicular, que embora esteja na margem sugerida, não realiza sua função devido à existência de um canal central formado pela má drenagem da trilha que impede o escoamento pluvial para fora, conforme o esperado.

Tabela 8.4: Classificação em classes de declividade (plano, baixa, média, alta e muita alta) e porcentagem do trecho de amostragem (6800m) da trilha da Pedra do Sino no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ (baseado em LEMOS & SANTOS, 1996).

<i>Valor de declividade</i>	<i>Classe de declividade</i>	<i>% paralela da Trilha da Pedra do Sino</i>	<i>% perpendicular da Trilha da Pedra do Sino</i>
< 2°	Plano	33,8	73,5
2 a 5°	Baixa	39,7	11,7
5 a 11°	Média	26,5	10,3
11 a 24°	Alta	0	4,5
> 24°	Muito alta	0	0

Um total de 34 atalhos foram contabilizados ao longo do trecho analisado da trilha da Pedra do Sino (Tabela 8.5). Dividindo-se a trilha em quatro trechos com desnível médio de 200m, verificamos que o número de atalhos e pontos amostrais – os quais representam diferentes comprimentos - não é o mesmo entre tais trechos, com o primeiro apresentando apenas 12 pontos e três atalhos; o segundo nove pontos e dois atalhos; o terceiro 19 pontos e 19 atalhos; e o quarto 28 pontos e 10 atalhos (Tabela 8.5). Como a trilha da Pedra do Sino apresenta grande sinuosidade, sendo praticamente plana em alguns trechos, tendo a parte seguinte sempre visível, acaba por estimular os visitantes a criarem atalhos.

Estas trilhas secundárias estão diretamente relacionadas a este tipo de conduta e compreendem um forte fator de degradação, uma vez que aumentam a superfície impactada e a força das águas pluviais drenadas - já que apresentam sempre elevada declividade - potencializando os problemas de drenagem e erosão da trilha, caracterizando, assim, um efeito cíclico, já que tais problemas novamente fazem com que os visitantes abram novas trilhas, especialmente quando a área torna-se alagada ou muito acidentada, dificultando o acesso e ampliando, desta forma, a área total impactada (Figura 8.2).

Tabela 8.5: Desnível, número de pontos amostrados, número de atalhos, declividade paralela média por trecho (em %) e problemas de drenagem (A) e erosão (E) em quatro trechos da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

<i>Desnível (m)</i>	<i>Nº de pontos</i>	<i>Nº de atalhos</i>	<i>Declividade (%)</i>	<i>Problemas</i>
205	12	3	7,9	2 E
202	9	2	6,9	4 A
180	19	19	4,9	5 A e 5 E
205	28	10	6,1	4 A e 4 E

Ao compararmos os dados médios obtidos neste estudo com os de Barros (2003), realizado no Parque Nacional do Itatiaia, a trilha da Pedra do Sino apresenta características físicas semelhantes às das trilhas mais visitadas naquele parque (Aglulhas Negras e Prateleiras) (Tabela 8.6). Como descrito pela autora, as trilhas analisadas por ela encontram-se, em boa parte, nos Campos de Altitude e, no passado, eram invadidas por gado, levando a um aumento nos processos erosivos e também a um maior número de caminhos secundários. Mesmo assim, os valores médios das variáveis físicas amostradas no PARNASO neste estudo, em área de Floresta Ombrófila Densa, sem histórico de uso para pastagem, mostram-se elevados uma vez que a área apresenta maior resiliência (COLE 1995; RIBEIRO, 2003).



Figura 8.2: Trechos da trilha da Pedra do Sino com boa drenagem (esquerda) e com problemas de drenagem (direita), PARNASO-RJ.

Tabela 8.6: Comparação entre os indicadores físicos da trilha da Pedra do Sino, PARNASO e quatro trilhas estudadas por Barros (2003) no PNI, RJ.

<i>Indicadores</i>	<i>Pedra do Sino (PARNASO)</i>	<i>Agulhas Negras (PNI)</i>	<i>Prateleiras (PNI)</i>	<i>Aiuruoca (PNI)</i>	<i>Couto (PNI)</i>
Largura total (cm)	180 ± 5,56	306,89 ± 21,62	381,13 ± 25,58	286,14 ± 23,83	159,08 ± 11,44
Solo exposto (cm)	74,15 ± 3,53	60 ± 3,96	66,02 ± 4,82	76,84 ± 25,42	44,07 ± 2,75
Profundidade (cm)	16,45 ± 1,27	15,22 ± 1,41	21,68 ± 1,88	9,41 ± 0,61	9,94 ± 0,83
Área de seção transversal (cm²)	1743,2 ± 217,8	1511,8 ± 176,46	1867,1 ± 196,02	764,6 ± 100,28	974,1 ± 249,56
Caminhos secundários	0,51 ± 0,11	0,87 ± 0,08	0,62 ± 0,07	0,48 ± 0,07	0,07 ± 0,02

Características e conduta dos visitantes

Em relação à frequência de visita ao PARNASO, a maior parte dos visitantes entrevistados (48,5%) visitam o Parque até três vezes por ano, seguida pelos que visitam o Parque pela primeira vez (32,3%). As duas classes de visita seguintes (quatro a dez vezes ao ano e mais de dez vezes ao ano), quando agregadas, somam 19,2% do total de entrevistados. Já em relação ao tempo em que os visitantes visitam a trilha da Pedra do Sino, a maioria realizava a visita pela primeira vez (46,1%), seguida de visitantes que a utilizam há mais de dez anos (16%). No entanto, o somatório das classes de visitantes que frequentam a trilha há mais de 2 anos (2 anos, entre 2 e 4 anos, entre 4 e 10 anos e há mais de 10 anos) equivale a um total de 53,9%. Estes dados corroboram os de Ribeiro & Cronemberg (2006), que observaram que a maior parte dos visitantes do PARNASO frequentavam com relativa constância o Parque, o que indica certo grau de satisfação com a visita, seja pela qualidade ou mesmo pelo número de atrativos que o Parque oferece.

A maior parte dos visitantes do PARNASO apresentou grau de escolaridade variando entre o ensino médio completo e a pós-graduação (Figura 8.3). O elevado nível educacional dos visitantes é compatível com outros estudos em UC brasileiras. Por exemplo, no Parque Estadual do Ibitipoca, MG, Ladeira *et al.* (2007) observaram que quase 50% dos visitantes possui nível superior. No PNI, Barros (2003) encontrou 39% e no Parque Estadual da Ilha Grande, RJ, Araújo (2006) verificou que mais de 50% possuía, no mínimo, a graduação.

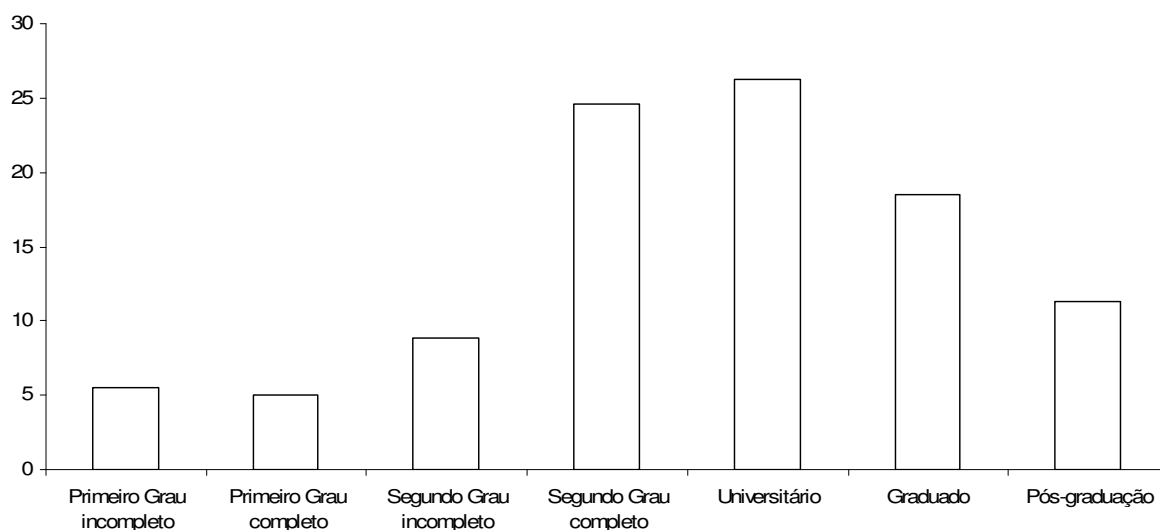


Figura 8.3: Nível de escolaridade (em porcentagem) dos visitantes da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

A maioria dos visitantes (85,2%) costuma visitar outras áreas naturais. Este resultado, somado ao elevado nível educacional da maioria deles, pode indicar um público receptivo a programas educacionais de uso público nestas áreas, já que teria maior capacidade de compreensão das orientações dos gestores da UC e maior consciência ambiental (BARROS, 2003).

No PARNASO, apenas 3% dos visitantes realiza o percurso da trilha da Pedra do Sino sozinho. A grande maioria dos visitantes realiza a caminhada em grupos que variam de duas a dez pessoas (78,3%), enquanto 21% dos grupos eram formados por mais de dez pessoas. Segundo o CCAN, o número ideal de pessoas em grupos de visita a trilhas é de até dez pessoas, entretanto os visitantes optam por grupos maiores por terem o custo com guias e transporte reduzido, causando, assim, um maior impacto às trilhas devido à intensidade do pisoteio (COLE, 1995). Estes dados são similares aos obtidos por Barros (2003) no PNI, onde 84% dos visitantes realizam a caminhada em grupos de duas a dez pessoas, por Takahashi (1998 *apud* BARROS, 2003) no Parque Estadual Pico do Marumbi, PR e por Ladeira *et al.* (2007) no Parque Estadual de Ibitipoca, MG.

Dentro das ações de manejo, a gestão do número de visitantes funciona como mais uma ferramenta para assegurar a qualidade da visita e prevenir os impactos provenientes da mesma. Segundo Cessford & Muhar (2003), conhecer o número de visitantes das áreas naturais é importante para que uma variedade de estratégias e planejamento operacional no manejo destas áreas sejam bem sucedidas. Estes dados podem auxiliar na concepção de facilidades e serviços aos visitantes, na elaboração de relatórios sobre o desempenho na prestação de serviços, na identificação dos significados sociais, econômicos e políticos do uso recreacional das áreas naturais e na alocação de infraestrutura e serviços dentro do parque, entre outros (CESSFORD & MUHAR, 2003).

A trilha da Pedra do Sino recebe tanto visitantes que pernoitam quanto outros que permanecem apenas um dia. Devido à grande extensão da trilha (10,5 km), a maioria dos que a visitam por apenas um dia permanecem na mesma por mais de 12h, representando um total de 61,5% dos 101 entrevistados. Já entre os visitantes que pernoitam (75% dos entrevistados), a grande maioria (79,3%), passa apenas uma noite acampado, enquanto os que passam duas

noites representam 14,9%. Os que permanecem por mais de três noites equivalem a uma proporção reduzida do total de indivíduos (5,8%). Dentre os visitantes que pernoitam, 91% disseram estar acampados, enquanto um número menor utilizou a estrutura do 4º Abrigo, demonstrando a real importância de uma melhor estruturação para receber os visitantes que utilizam diretamente a área de acampamento, como sanitários, disponibilidade de água e espaçamento das barracas na área.

No entanto, alguns informaram que realizaram a caminhada da trilha da Pedra do Sino, durante o período noturno para aguardar o nascer do sol no cume da Pedra, retornando logo após e dispensando qualquer equipamento de *camping*. Tal comportamento, quando visto sob a ótica dos impactos físicos pode ser benéfico, uma vez que reduz o número de barracas e os impactos associados. Ao mesmo tempo, quando visto sob o ponto de vista da segurança dos visitantes pode vir a ser perigoso, já que a trilha possui trechos bastante erodidos, áreas que oferecem risco de queda e um grande número de trilhas secundárias que poderiam conduzir a outros lugares e, por conseguinte, desorientar os menos familiarizados com a região.

Dentre os principais objetivos dos visitantes na trilha da Pedra do Sino está a caminhada (51,7%), seguida de acampamento (26,1%), ascensão de picos (19,7%) e escalada técnica (2,46%). Apesar da trilha principal possuir um sentido único, ela também serve de acesso a outras trilhas que partem de diferentes altitudes e levam à base de grandes blocos de granito que concentram vasto número de vias de escalada clássica, o que favorece a distribuição dos visitantes nestas áreas e, conseqüentemente, os seus impactos associados. Já a caminhada e acampamento, por exigirem menor desempenho físico e equipamentos, é praticada por um número maior de montanhistas.

A percepção do visitante

Dos dez itens assinalados no questionário, o que recebeu maior pontuação, ou seja, o que foi mais percebido pelos entrevistados, foi “atalhos e trilhas secundárias criadas por visitantes” com um total de 298 observações. Tais dados corroboram os encontrados no levantamento detalhado das medidas físicas. O segundo mais pontuado foi “trilha com muitos visitantes” com 200 e em terceiro lugar “lixo/resíduo deixados pelos visitantes” e “dejetos (fezes) em locais inadequados”, ambos com cerca de 160 observações (Tabela 8.7).

Apesar deste resultado, em geral, são estes mesmos visitantes que fazem os atalhos ao longo da trilha, indicando que isto está diretamente ligado à conduta dos mesmos e que, apesar da obrigatoriedade de assinar um termo de responsabilidade quando comunicam que farão a trilha, sendo orientados sobre a proibição de utilizar estes atalhos, não respeitam esta e outras normas. Como forma de evitar a criação de novos atalhos e a piora das condições das trilhas, a atual gestão do PARNASO vem realizando, além das campanhas educacionais, o fechamento dos atalhos com cercas e placas e a melhoria e manutenção das trilhas. Porém, atos de vandalismo – pichação e destruição da sinalização - podem ser observados em relação a estas ações, reforçando, deste modo, a má conduta dos visitantes.

Tabela 8.7: Principais problemas observados pelos visitantes na trilha da Pedra do Sino, no PARNASO, RJ.

Impactos encontrados pelos visitantes	Nº de observações	(%)
Atalhos e trilhas secundárias criadas por visitantes	298	23,5
Trilha com muitos visitantes	200	15,77
Lixo/resíduos deixados pelos visitantes	165	13,01
Dejetos (fezes) em locais inadequados	160	12,62
Trilha mal mantida e com erosão	136	10,73
Barulho provocado por visitantes	109	8,6
Árvores cortadas ou danificadas	94	7,41
Recuperação da vegetação nas áreas de acampamento	65	5,13
Restos de fogueira nas trilhas/áreas de acampamento	34	2,68
Pessoas cortando capim ou árvores para fazer fogueira	7	0,55
TOTAL	1268	100

Dois dos maiores problemas observados pelos entrevistados - lixo e dejetos, localizados, principalmente, nas áreas de acampamentos - também estão relacionados diretamente à conduta dos visitantes. Mesmo cientes da obrigatoriedade da retirada de seu lixo, acabam deixando-os nas proximidades do abrigo, esperando que os funcionários da UC realizem o recolhimento. Já o problema relacionado a dejetos (fezes) em locais inapropriados é perfeitamente entendido e explicado pela infraestrutura do abrigo que conta apenas com dois banheiros externos para cerca de 200 visitantes diários. Com isso, a maioria utiliza pequenas trilhas nos arredores da área de acampamento. Além dos problemas óbvios de estética, podem ser criados problemas associados à saúde, já que essas fezes podem contaminar os corpos d'água que abastecem os acampamentos e, também, aumentar a área impactada com essas pequenas trilhas.

Trilha mal mantida e com erosão é outro aspecto que também foi constatado nas análises físicas, porém, apesar de ela ser afetada pelo pisoteio, poderia ser melhorada com a manutenção da rede de drenagem. Como citado anteriormente, o manejo realizado pelo Parque restringe-se ao corte da vegetação que invade a trilha, principalmente bambu, e à retirada de árvores que caem na mesma, além do fechamento dos atalhos. Possivelmente, estas ações podem ser responsáveis pelas 96 observações dos visitantes no item “árvores cortadas e/ou danificadas” que não deve ser diagnosticado como impacto indesejado, já que poucas (34) foram as observações de restos de fogueiras nas trilhas e áreas de acampamento e apenas sete visitantes observaram pessoas cortando árvores ou capim para fazer fogueira.

A maior parte dos visitantes (50%) indicou haver mais pessoas utilizando a trilha da Pedra do Sino do que o esperado (Figura 8.4 a). No entanto, 64% destes visitantes disseram

que tal fato não alterou a qualidade da visita, chegando mesmo a melhorá-la na opinião de 25% deles (Figura 8.4 b). Hall & Cole (2007), estudando a mudança comportamental e cognitiva dos visitantes de 19 áreas naturais em Washington e no Oregon (EUA), chegaram à conclusão de que a maioria é capaz de perceber mudanças na densidade populacional e no nível de impacto. Além disso, estes autores indicaram que a maioria dos visitantes aprendeu a lidar com estas mudanças, adequando seu comportamento ou mudando a forma de pensar a respeito destas áreas e, com isso, ficando satisfeitos com a visita. Da mesma forma, a grande maioria dos visitantes do PARNASO, assim como os do PNI (BARROS, 2003), sente-se mais à vontade com o aumento na densidade de turistas nestas áreas. Ainda segundo Hall & Cole (*op cite*), tal fato pode resultar em uma falta de apoio à gestão destas áreas quanto à restrição do número de visitantes, uma vez que os mesmos não atrapalham a qualidade da visita.

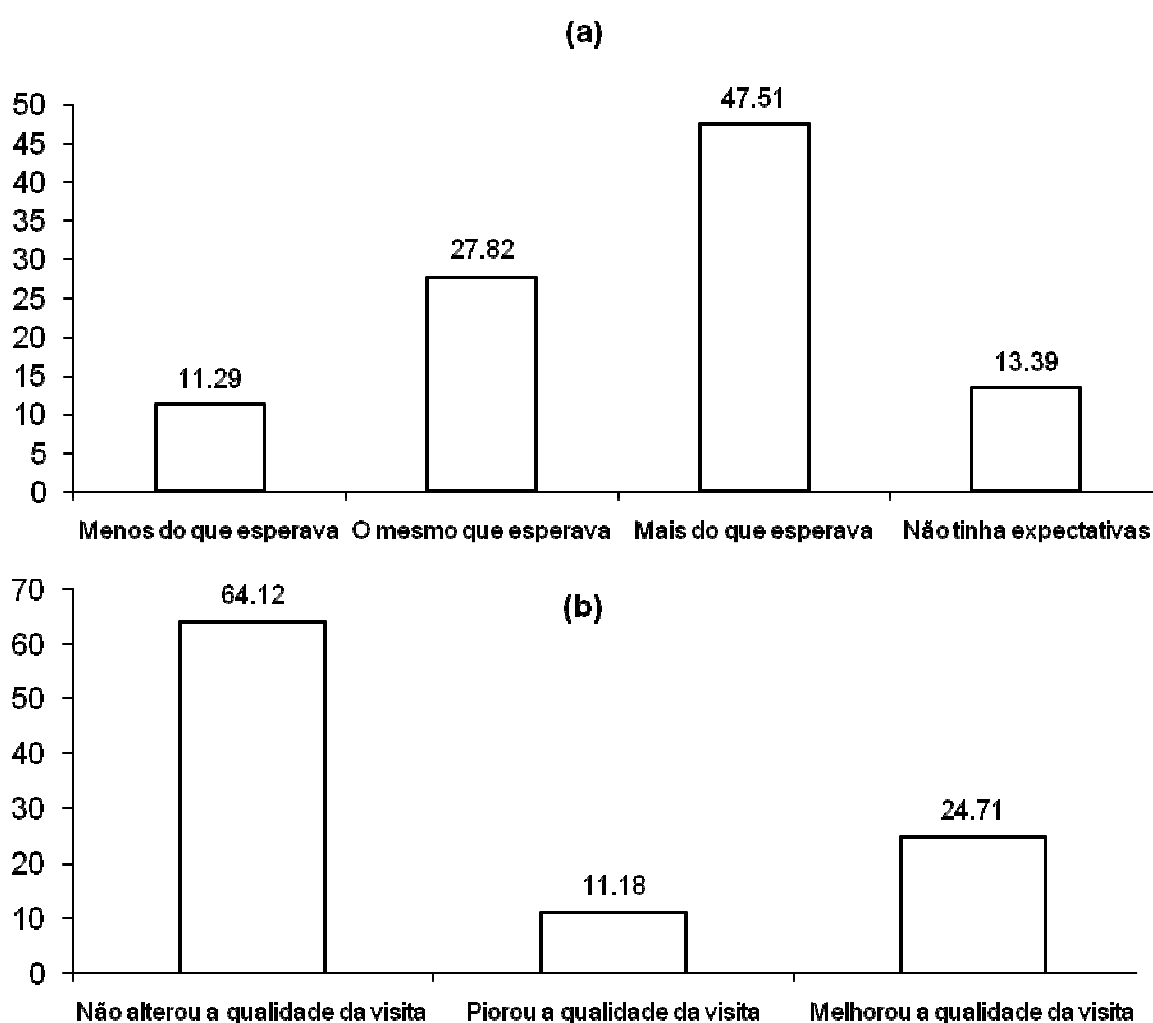


Figura 8.4: Porcentagem de respostas dos visitantes quanto à experiência relacionada ao número de visitantes encontrados na trilha da Pedra do Sino (a) e sobre o que isso representou na qualidade da visita (b), PARNASO, RJ.

A maior parte dos entrevistados indicou que a degradação observada era igual a que esperava (32%) ou menor do que esperava (31%) (Figura 8.5 a). Logo, este efeito negativo não alterou a qualidade da visita para 62,5% dos visitantes (Figura 8.5 b). Esses resultados mostram que apesar de mais esclarecidos, os visitantes desta área não são capazes de perceber os problemas físicos da trilha, seja porque busquem ambientes naturais e esperam que os mesmos sejam o mais selvagem possível ou mesmo por não conhecerem as características de uma trilha bem manejada.

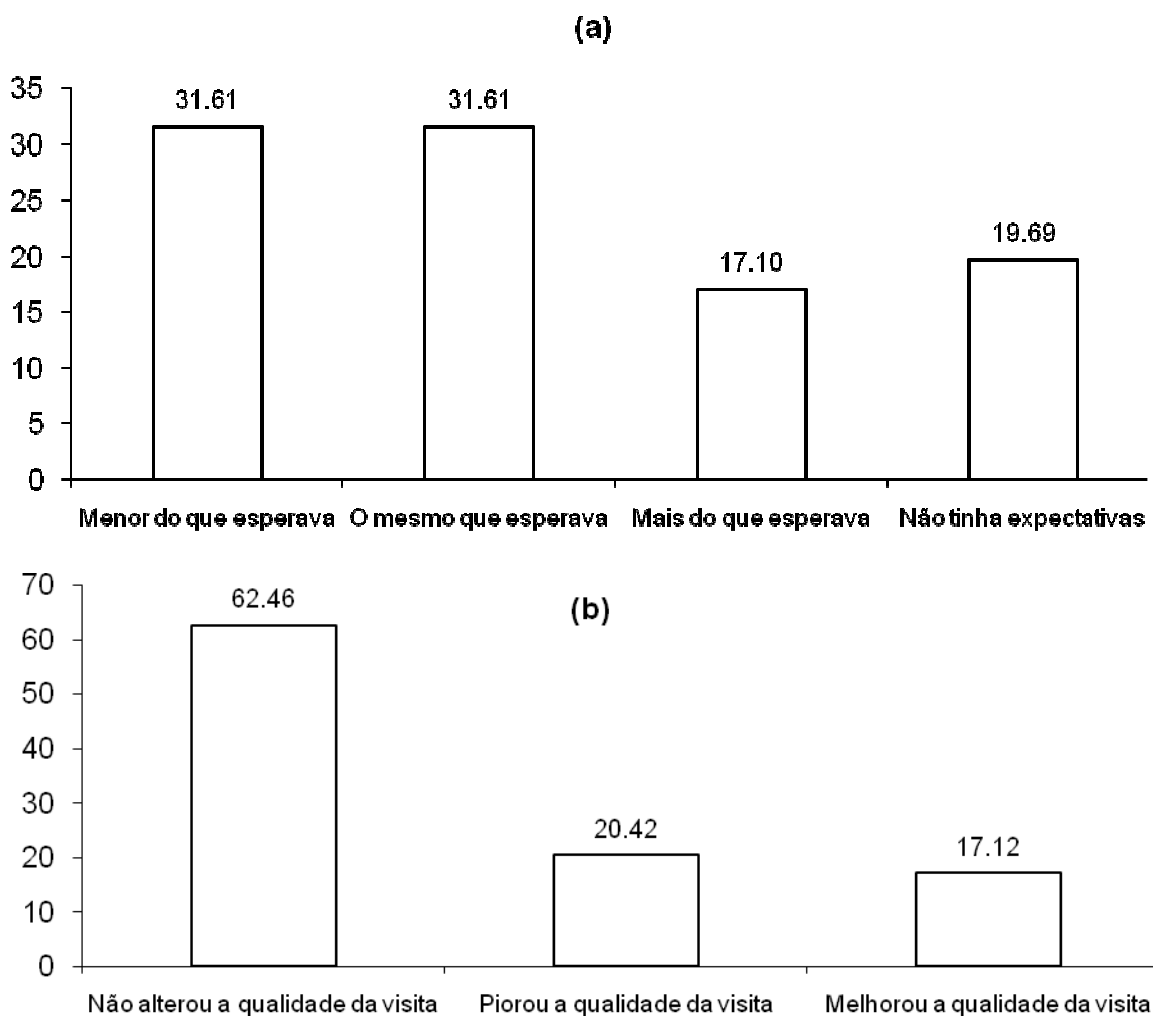


Figura 8.5: Porcentagem de respostas dos visitantes quanto à experiência relacionada à degradação das áreas naturais causada pelos visitantes da trilha da Pedra do Sino (a) e sobre o que isso representou na qualidade da visita (b), PARNASO, RJ.

Em relação ao número de ações realizadas pela administração do Parque com o intuito de corrigir os impactos causados pelos visitantes, 37,6% dos mesmos observaram que tal número era menor do que esperavam, seguidos de 32,8% que encontraram o mesmo que esperavam (Figura 8.6 a). No entanto, apesar deste resultado, mais de 50% dos entrevistados disseram que isto não alterou a qualidade da visita (Figura 8.6 b). Flood & McAvoy (2000) verificaram que um maior número de ações leva a uma maior satisfação dos visitantes e,

também, a uma melhor visão sobre os gestores da área. Assim, sem alterar as condições selvagens da trilha buscadas por muitos dos visitantes, as ações devem ser mais incisivas – para serem melhor percebidas - em problemas que perduram ao longo do tempo e persistirão se não forem manejados de maneira correta, já que o que se observa são apenas ações paliativas e sutis que não resistem ao atual aporte de visitantes e nem chamam a atenção dos mesmos.

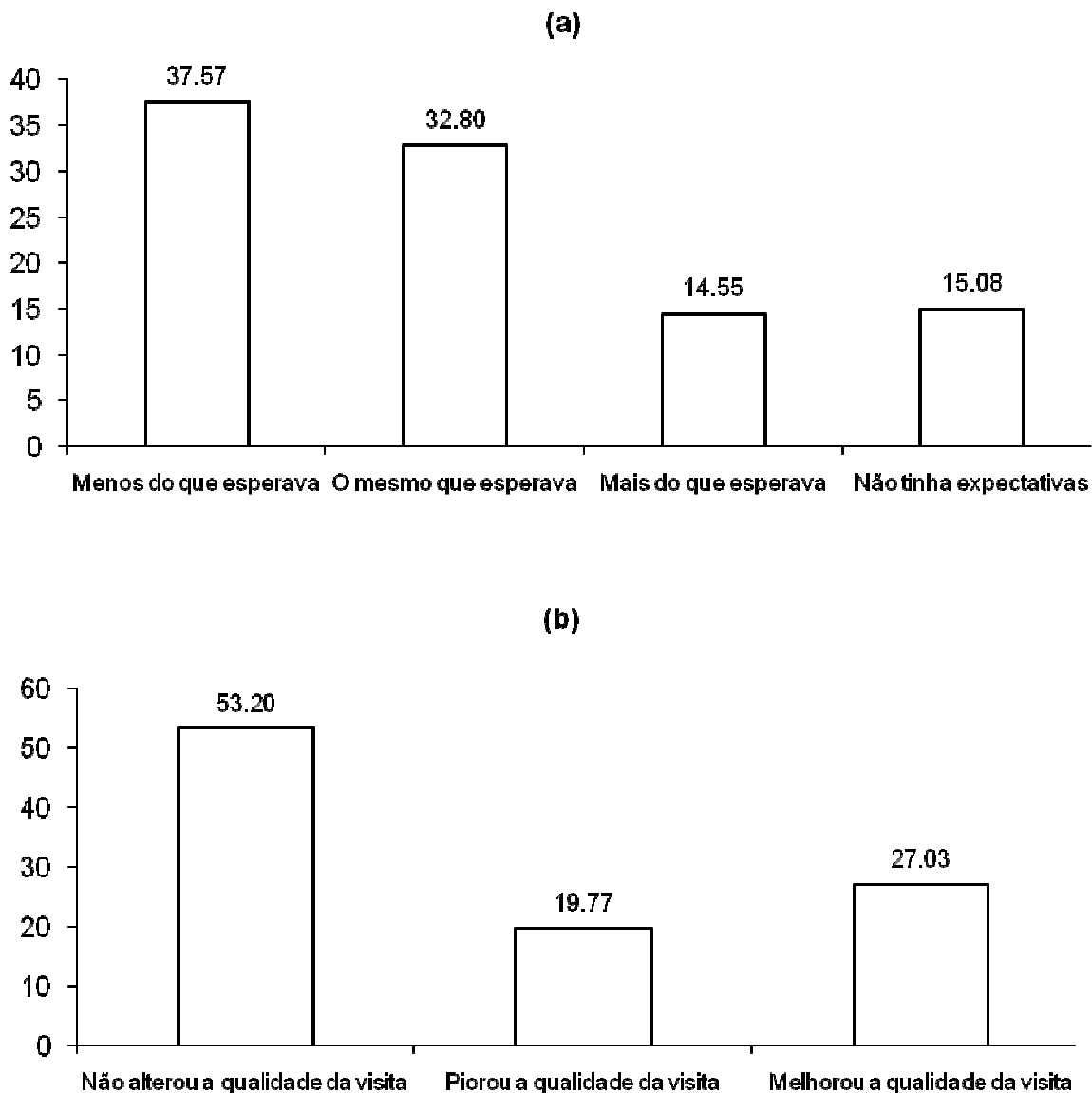


Figura 8.6: Porcentagem de respostas dos visitantes quanto ao número de ações que o Parque faz para corrigir os impactos ocasionados pelo uso público na trilha da Pedra do Sino (a) e sobre o que isso representou na qualidade da visita (b), PARNASO, RJ.

O conhecimento sobre práticas e técnicas de mínimo impacto em áreas naturais

Os dados mostraram que a maioria dos entrevistados (25%) indicou que a distância mínima para a instalação de acampamentos em relação a trilhas e fontes d'água deve ser de pelo menos 20 m, enquanto cerca de 14% disse não existirem técnicas para escolha do local

de acampamento. Apenas 12% dos entrevistados indicaram que a distância deve ser de, pelo menos, 60 m (Figura 8.7), o que é indicado pelo programa de CCAN (MMA, 2000). Tal fato pode estar relacionado a uma tradição arbitrária entre os montanhistas sobre a escolha de áreas de camping nas quais é sempre bom ter por perto fontes de água, facilitando o acesso à mesma. Embora não seja permitida a prática de acampamento selvagem, tendo hoje uma maior restrição - inclusive com relação a áreas que antes eram livremente acessadas -, as próprias áreas destinadas à acampamento pelo PARNASO encontram-se junto às fontes de água utilizadas. Este fato, quando relacionado à questão dos dejetos encontrados nestas áreas, torna-se ainda mais preocupante do ponto de vista fitossanitário.

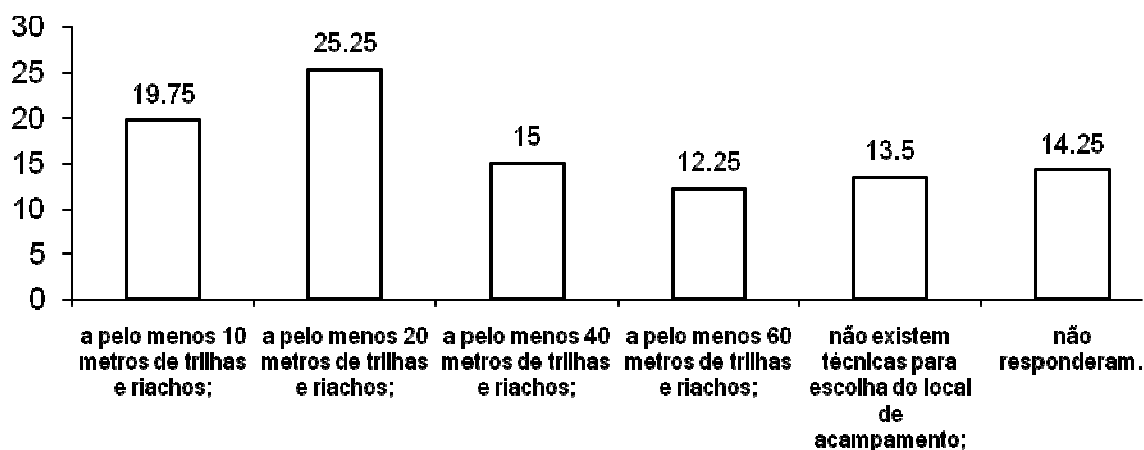


Figura 8.7: Porcentagem de resposta dos visitantes sobre a distância mínima necessária entre acampamentos, trilhas e riachos, da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Quando questionados a respeito do destino final do lixo, 94,3% dos visitantes entrevistados responderam corretamente, afirmando que o mesmo deve ser acondicionado em sacos plásticos, transportado pelo visitante e depositados nas lixeiras da UC, enquanto 5% não responderam. Tais dados são semelhantes aos observados por Barros (2003) no PNI onde a autora encontrou a mesma resposta para 92% dos entrevistados. Apesar disso, a observação efetuada por um número considerável de visitantes (N = 165, 41% dos visitantes) (Tabela 8.8) indica que, mesmo cientes dessa responsabilidade, boa parte ainda tem um comportamento contrário ao afirmado, deixando lixo e fezes nas trilhas. O lixo, ainda hoje, é um problema que atinge tanto países ricos quanto pobres, e vem sendo trabalhado em longo prazo pelos meios de comunicação em massa, o que, de certa forma, também contribui para as assertivas desta questão.

Em relação às fogueiras, que são terminantemente proibidas no PARNASO, 71% dos visitantes responderam que não devem ser construídas em ambientes naturais (Figura 8.8). Mesmo sendo proibido, 34 visitantes observaram restos de fogueira nas trilhas ou áreas de acampamento e sete disseram ter visto pessoas cortando capim ou árvores para fazer fogueiras (Tabela 8.8). Possivelmente, esta observação deve ter ocorrido na travessia, uma vez que o 4º Abrigo possui presença constante de funcionários do Parque que fazem a fiscalização da área durante a temporada de montanhismo. A utilização de fogueiras é algo que acompanha o ser humano desde a descoberta do fogo. Além disso, ambientes naturais estimulam os visitantes a

construí-las, apesar de representarem um grande risco, sendo responsáveis pela destruição de grandes áreas dentro de UC, sejam criminosas ou por descuido de visitantes.

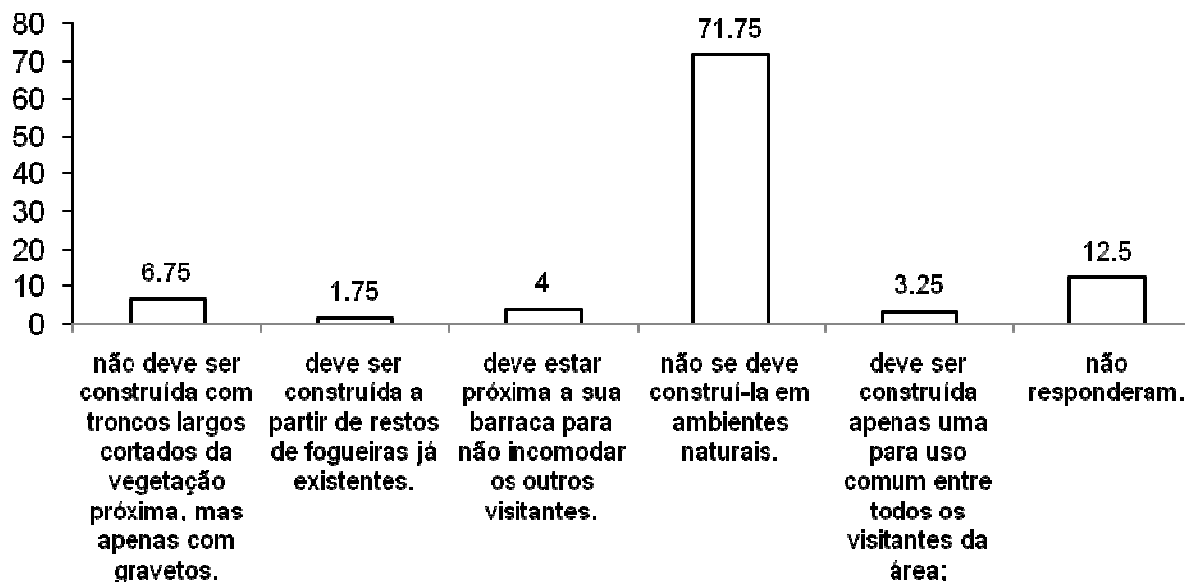


Figura 8.8: Porcentagem de resposta dos visitantes sobre a instalação de fogueiras na trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

Além das questões acima, oito afirmativas, baseadas no CCAN (MMA, 2000), foram estabelecidas por Barros (2003) para que os visitantes marcassem verdadeiro ou falso. Estas afirmativas foram utilizadas, também, neste estudo. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.16.

A questão 1, relacionada à destinação de fezes, foi respondida corretamente por 72,5% dos entrevistados (Tabela 8.8). Embora a grande maioria conheça a forma correta de agir em relação aos dejetos produzidos, poucos são os que seguem à risca tal procedimento, o que foi observado por 160 visitantes, na trilha e áreas de *camping*. Devido às características da área de acampamento do 4º Abrigo, com presença de campos de altitude no entorno e presença de nascente, deve-se considerar a construção de novos banheiros com fossas providas de biodigestores, bem como disponibilizar aos visitantes acampados os banheiros internos do Abrigo, a fim de reduzir a contaminação desta área. Quanto à trilha propriamente dita, recomenda-se que os visitantes sigam o proposto no CCAN do MMA (2000).

Tabela 8.8: Resultado das afirmativas sobre Conduta Consciente em Ambientes Naturais, da trilha da Pedra do Sino, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. *V = verdadeiro; F = falso; NR = não respondeu.

Verdadeiro ou falso:	%V	%F	%NR
1- Na ausência de banheiros, as fezes devem ser enterradas ou uma latrina deve ser construída a, pelo menos, 60 metros da trilha, fontes d'água e áreas de acampamento.....	72,5	11,7	15,7
2- Em áreas naturais, é melhor fazer fogueiras do que levar um pequeno fogareiro para cozinhar.....	3,0	81,5	15,5
3- Permanecer na mesma área de acampamento por mais que quatro dias pode causar danos à vegetação do local.....	58,2	23,7	18,0
4- Quando você caminha em uma trilha que já está aberta e definida é melhor andar em uma fila única e permanecer no caminho principal para minimizar impactos.....	80,0	4,2	15,7
5- Quando você acampa em uma área muito impactada, deve espalhar suas atividades para locais que ainda não foram impactados.....	17,2	66,5	16,2
6- Antes de visitar um parque ou área natural, você deve obter informações sobre quais são as atividades permitidas (ex. acampamento e trilhas), clima, épocas de maior visitação e possíveis riscos para sua segurança.....	80,7	1,7	17,5
7- Construir bancos e estruturas temporárias em sua área de acampamento movendo troncos e pedras do local é uma prática de mínimo impacto aceitável.....	25,0	58,7	16,2
8- Coletar e levar para casa plantas, pedras e outros objetos naturais não causa impactos porque a natureza tem uma quantidade enorme desses materiais.....	5,5	76,5	18,0

Para cerca de 60% dos visitantes entrevistados, permanecer na mesma área de acampamento por mais de quatro dias pode causar danos à vegetação do local. Dados semelhantes a estes foram encontrados por Barros (2003) no PNI, sugerindo que este resultado se traduz em uma tendência dos visitantes a acreditarem que o número de dias é proporcional aos níveis de impacto. Segundo Hampton & Cole (1995 *apud* BARROS, 2003) os maiores impactos gerados pelo acampamento selvagem concentram-se nos primeiros dias de uso. Mesmo assim, cerca de um quarto dos visitantes respondeu, corretamente, a esta questão e 8% não souberam responder.

Quando arguidos a respeito da área impactada, com a afirmativa que diz que “ao acampar em uma área muito impactada deve espalhar suas atividades para locais que ainda não foram impactados”, 66,5% responderam corretamente, 17,25% disseram que tal afirmativa é verdadeira e 16,25% não souberam responder.

Já quanto ao comportamento durante a caminhada em trilhas, a maioria dos visitantes (80%) demonstrou conhecimento, respondendo que ao caminhar em uma trilha que já está aberta e definida é melhor andar em uma fila única e permanecer no caminho principal para minimizar os impactos. Embora tenham respondido corretamente, a presença de atalhos ativos pôde ser notada como demonstrado na análise dos dados físicos.

Com exceção da questão três, todas as outras foram respondidas corretamente por cerca de, pelo menos, 60% dos visitantes, mostrando que estes, em sua maioria, possuem conhecimento ou, pelo menos, censo crítico suficiente para identificar algumas técnicas e condutas mínimas para se reduzir o impacto em áreas naturais, apesar de apenas 28,8% dos entrevistados terem tido contato com o prospecto do CCAN (MMA, 2000).

Para veiculação das informações contidas no CCAN (MMA, 2000) o meio que surtiu mais efeito foi a divulgação através dos próprios parques nacionais que alcançou 40% desta, seguido da Internet com 32,2%, os amigos através da propaganda “boca-a-boca” com 18,3% e simpósios, congressos e afins representando 9,6%.

Considerando o crescimento do turismo mundial e as ações internas desenvolvidas para potencializar o desenvolvimento do mesmo no Brasil - como o Programa de Turismo nos Parques desenvolvido pelo MMA que acaba por contemplar o PARNASO -, é de vital importância que as UC desenvolvam programas de educação ambiental de médio e longo prazo como ferramenta para a conservação das áreas naturais. Estes programas devem buscar a melhora da percepção dos visitantes quanto às funções das UC e aumentar o grau de interação do visitante com os gestores, auxiliando-os na tomada de decisões relacionadas ao manejo do número de visitantes e à conservação da biodiversidade. Um maior investimento neste quesito revelará importantes benefícios e, no caso do PARNASO, isto se torna verdade, uma vez que os visitantes possuem um bom nível de instrução e mostram-se aptos a receber tais programas educativos. Este foi revelado através da última questão tratada aqui na qual quase 100% dos entrevistados avaliaram como muito importante os programas de mínimo impacto como CCAN do MMA, entendendo que, muitas vezes, os impactos são causados por falta de informação e não por vandalismo.

CONCLUSÕES

- A trilha apresenta largura média acima do recomendado;
- A profundidade e declividade da trilha apresentam-se dentro dos padrões recomendados, embora apresente alguns trechos críticos que merecem maior atenção;
- Problemas de drenagem são evidentes ao longo de toda a trilha aumentando a intensidade dos processos erosivos;
- Os atalhos revelam problemas básicos de causa e efeito. Atuam no aumento da velocidade do escoamento superficial das águas pluviais ampliando os problemas de drenagem e erosão da trilha e, ao mesmo tempo, por intensificá-los, estimulam a abertura de novos atalhos que desviem destas áreas ampliando a área total impactada;
- Apesar da facilidade de criação de atalhos proporcionada pela sinuosidade da trilha, junto a processos erosivos que estimulam a criação de novos acessos, além de outras variáveis não trabalhadas aqui, a criação dos mesmos está diretamente relacionada a conduta dos visitantes que, mesmo sabendo que sua utilização não é permitida, o fazem;
- Os visitantes, em sua maioria, visitam o Parque pela primeira vez e os demais apresentam certa constância de retorno, indicando satisfação com a visita;
- Foi identificado elevado grau de escolaridade por parte dos visitantes combinado a certa frequência em áreas naturais o que favorece o desenvolvimento da Educação Ambiental;
- A maioria dos visitantes frequentam o Parque em grupos pequenos de acordo com o proposto no CCAN (MMA, 2000);
- Trilhas com muitos atalhos e caminhos secundários foi o impacto negativo mais observado pelos visitantes;
- Número de visitantes, impactos negativos e ações de manejo são pouco percebidos pelos visitantes e, de forma geral, não interferem na qualidade da visita.

CAPÍTULO V

INTEGRANDO OS DADOS: CAPACIDADE DE CARGA TURÍSTICA DA TRILHA DA PEDRA DO SINO

CAPÍTULO V

INTEGRANDO OS DADOS: CAPACIDADE DE CARGA TURÍSTICA DA TRILHA DA PEDRA DO SINO

RESUMO

Uma grande variedade de métodos foi gerada para o cálculo da capacidade de suporte das áreas protegidas ao redor do mundo. Dentre estas, Limites Aceitáveis de Mudança (*Limits Acceptable of Change* - LAC), Manejo do Impacto de Visitantes (*Visitor Impact Management* - VIM) e Proteção dos Recursos e Experiência dos visitantes (*Visitor Experience and Resource Protection* - VERP) ganham sustentação, além de possuírem uma sequência de etapas e terminologias similares que não precisam ser rigorosamente seguidas, já que os processos são interativos e circulares. A Capacidade de Carga Turística (*Capacidad de Carga Turística* - CCT) por funcionar diferentemente dos demais, gerando um número exato de visitantes que uma área pode suportar, tem sido amplamente utilizada no Brasil. Todas estas metodologias são baseadas em indicadores físicos e biológicos que refletem a condição geral da área. Assim, foi feita uma comparação entre as metodologias CCT e VIM, no contexto da Floresta Atlântica, para a trilha da Pedra do Sino no PARNASO, utilizando como base as informações geradas nos capítulos anteriores e as disponíveis no Plano de Manejo. A CCT encontrada foi de 425 visitantes por dia, próxima à estabelecida pelo Parque, considerando o somatório máximo possível de visitantes ao mesmo tempo na trilha. Os impactos sobre a biota encontram-se dentro dos padrões estabelecidos e sustentam o esperado para Florestas Tropicais, com alta riqueza e abundância de espécies proporcionadas por uma elevada heterogeneidade de habitats. Os impactos físicos estão relacionados, principalmente, à má drenagem, erosão, lixo e atalhos que ultrapassam os limites aceitáveis. Apesar dos problemas observados, a maioria dos visitantes encontra-se satisfeita quanto à qualidade da visita, não percebendo as ações destinadas às áreas ou mesmo não se importando com tais características, ao mesmo tempo em que se adaptam bem ao aumento do número de visitantes. As duas metodologias aplicadas mostram-se complementares. Ambas estruturas quando utilizadas sobre o espectro de um maior número de indicadores, participação de diferentes pesquisadores e do público alvo são indicadas para delinear as tomadas de decisão pelos gestores sobre o Uso Público em Unidades de Conservação na Floresta Atlântica.

ABSTRACT

A variety of structures was generated for the calculation of the capacity to support protected areas around the world. Among these, Limits of Acceptable Change (LAC), Visitor Impact Management (VIM) and Visitor Experience and Resource Protection (Verp) gain support, and have a sequence of steps and terminology like that need not be strictly followed and that cases are interactive and circular. A Capacidad de Carga Turística (CCT) by operating differently from the other, generating an exact number of visitors that an area can support, has been widely used in Brazil. All these methods are based on physical and biological indicators that reflect the general condition of the area. Thus, a comparison was made between the VIM and CCT methodologies in the context of the Atlantic Forest, to the Pedra do Sino trail in Parnaso, using as basis the information generated in the previous chapters and those available in the Management Plan. The CCT was found of 425 visitors per day, near the park established by now, considering the maximum possible sum of visitors while on the trail. The impacts on biota are within the standards set and expected to maintain tropical forests with high species richness and abundance provided by a high diversity of habitats, possibly reflected in the variations observed more than even the end of the trail as said. The physical impacts are related mainly to poor drainage, erosion, litter and shortcuts that go beyond the acceptable limits and restrict the number of visitors. Despite the problems observed, the majority of visitors are satisfied about the quality of the visit, not realizing the shares for the same areas or do not care about such features, while they fit well to the increased number of visitors. The two methods applied show is complementary. Two structures when used on the spectrum of a greater number of indicators, participation of various researchers and the audience are shown to shape the decisions taken by managers on the public use in conservation units in the Atlantic Forest

INTRODUÇÃO

No que tange à capacidade de suporte em áreas naturais protegidas, o modelo utilizado com base no impacto de sobre-pastejo ficou ultrapassado e novos estudos surgiram para suprir esta carência através dos técnicos do Serviço Florestal Americano, que desenvolveram um primeiro sistema denominado *Limits of Acceptable Changes* – LAC (STANKEY *et al.*, 1985 *apud* TAKAHASHI *et al.*, 2005). Este sistema de planejamento pode ser resumido em quatro componentes principais: a definição de indicadores de impactos ecológicos e recreativos; o estabelecimento dos limites máximos aceitáveis de impacto; a identificação de ações de manejo necessárias para alcançar essas condições; e um programa de monitoramento e avaliação da efetividade das ações de manejo. Este sistema, como todos os outros, funciona com uma base técnica de levantamento de dados e aplicação, sendo, portanto, necessárias pesquisas constantes na área. Segundo Lindberg (1998), esta metodologia promove a exploração e o aproveitamento do planejamento e das estratégias de gestão em detrimento das restrições do número de visitantes, de forma a assegurar que os padrões de uso da área estejam sendo alcançados.

Além desta estrutura, diversas outras foram geradas por diferentes pesquisadores e instituições: *Recreation Opportunity Spectrum* (ROS), *Process for Visitor Impact Management* (VIM), *Visitor Experience and Resource Protection* (VERP), *Management Process for Visitor Activities* (VAMP), *Protected Area Visitor Impact Management* (PAVIM) e a *Capacidad de Carga Turística* (CCT). Segundo Cole & McCool (1998), o LAC e o VERP têm ganhado suporte e uso entre os manejadores, sendo que todos os demais processos, em um senso genérico, podem ser considerados dentro do “processo LAC”.

Em um esforço para melhorar a utilização do LAC, pesquisadores participaram de um Workshop intitulado “*Limits of Acceptable Change and Related Planning Processes: a Workshop*”, trazendo as inovações na estrutura e mostrando as vantagens e desvantagens de utilizá-la (COLE & MACCOOL, 1998). Neste, constataram que LAC, VERP e VIM possuem uma sequência de etapas e terminologias similares e que tal sequência não precisa ser rigorosamente seguida, já que os processos são interativos e circulares.

Nilsen & Tayler (1998) apresentaram, neste Workshop, o trabalho “*A Comparative Analysis of Protected Area Planning and management Frameworks*” no qual é realizada uma análise de cada metodologia e sua relação com as demais, mostrando seus pontos fortes e fracos, além de apontar as melhores aplicações. Segundo os autores, em muitas áreas as estruturas podem ser melhoradas, para isso os processos necessários devem levar em consideração a integração de princípios estruturais das diferentes metodologias e outros processos de planejamento que enfatizem o manejo do ecossistema e a avaliação de sua efetividade. PAVIM (FARRELL & MARION, 2002) e CCT (CIFUENTES, 1992) não são incluídos na análise. O primeiro, por ser atual - foi publicado posteriormente ao trabalho de Nilsen & Tayler (1998) -, foi desenvolvido para a América do Sul e Central e inclui simplicidade, flexibilidade, custo-eficácia, entrada das partes interessadas e residentes locais. Já o segundo - por funcionar diferentemente dos demais, gerando um número exato de visitantes que uma área pode suportar - é utilizado em países da América Central como o caso do Monumento Nacional Guayabo (CIFUENTES *et al.*, 1999), na Costa Rica e as Ilhas Galápagos (AMADOR *et al.* 1996).

Todas estas metodologias são baseadas em indicadores físicos e biológicos que refletem, segundo Takahashi (2004), a condição geral da área. Para se atingir um bom resultado, é necessário que se faça uma seleção dos componentes do ecossistema que proporcionam uma real leitura das condições que se deseja monitorar e seus limites - que

dizem respeito ao quanto tais condições são aceitáveis ou não. Quanto aos critérios para a seleção dos indicadores, devem ser levados em consideração seis fatores: especificidade, mensurabilidade, sensibilidade, correlação e susceptibilidade, integração e significância. Quanto aos limites, devem ser quantificáveis, relacionados a um tempo determinado, atingíveis e devem focalizar o produto (WHITTAKER & SHELBY, s.d. *apud* TAKAHASHI, 2004).

Hutcheson *et al.* (1999) sugerem que os indicadores não devem ser necessariamente bióticos, embora muitas vezes o são, dado que estes são mais sensíveis frente às mudanças estruturais, respondendo ao longo do tempo, espaço e do habitat em termos de abundância e replicação. Estes bioindicadores devem ser aplicáveis a uma vasta gama de organismos em uma variedade de ecossistemas (BROWN, 1991 *apud* STORK & SAMWAYS, 1995), tendo como atributos:

- alta diversidade ecológica e taxonômica (muitas espécies em cada localidade ou sistema);
- estreita associação e identificação das condições e das respostas de outras espécies;
- alta fidelidade ecológica;
- relativamente elevada abundância e amortecida função (ou seja, eles estão sempre presentes e são fáceis de localizar no campo);
- estreito endemismo, ou, se generalizado, bem diferenciados (local ou regional);
- taxonomia bem conhecida e de fácil identificação;
- boa informação (por exemplo, sobre genética, comportamento, bioquímica, ecologia, biogeografia);
- grandes amostras aleatórias que englobem todas as variações de espécies;
- importância funcional entendida dentro do ecossistema;
- análises previsíveis, rápidas, sensíveis e respostas lineares à perturbação.

Além disso, Hutcheson e colaboradores (1999) sugerem a vegetação como indicador mais estável e visível na comunidade terrestre, respondendo aos três parâmetros ambientais diretos -temperatura, disponibilidade hídrica e qualidades edáficas -, possuindo capacidade de definir zonas bioclimáticas, além de serem bastante influenciadas por fatores bióticos locais como pressão antrópica e presença de herbívoros. Assim como as plantas, os insetos também representam a maior parte da diversidade biológica, sendo sensíveis aos sistemas e processos e, portanto, interpretáveis tanto em relação ao estado da biodiversidade em um sistema quanto aos processos que ocorrem dentro do mesmo (HUTCHESON *et al.*, 1999).

Como exemplo de causa e efeito destes grupos, Haddad e colaboradores (2001) colocaram que riqueza de espécies vegetais e riqueza de grupos funcionais vegetais tiveram efeitos semelhantes sobre a diversidade de insetos e efeitos opostos sobre a abundância dos mesmos, sendo ambos os fatores responsáveis por explicar como a perda da diversidade vegetal influencia maiores níveis tróficos, embora não explique uma elevada porcentagem de variação individual.

Neste capítulo foi feita uma comparação entre as metodologias Capacidade de Carga Turística (CCT) e Manejo do Impacto dos Visitantes (VIM), no contexto da Floresta Atlântica, utilizando como base as informações geradas nos capítulos anteriores e as disponíveis no Plano de Manejo do PARNASO (VIVEIROS DE CASTRO, 2008), a fim de identificar qual possui maior aplicabilidade, ou mesmo, se ambas devem ser usadas conjuntamente. Além disso, serão comparadas a capacidade de carga já estabelecida pelo PARNASO e a encontrada neste trabalho, a fim de tecer considerações para assegurar a conservação e a qualidade da visita na trilha da Pedra do Sino.

METODOLOGIA

Foram utilizados dois modelos para o cálculo de capacidade de carga turística em unidades de conservação: Manejo do Impacto dos Visitantes (VIM – do inglês *Visitor Impact Management*) e Capacidade de Carga Turística (CCT – do espanhol *Capacidad de Carga Turística*). A primeira utilizada em parques nacionais norte-americanos e a segunda em alguns países da América Central, ambas também já utilizadas no Brasil (PENIDO *et al.*, 2005; BONATTI *et al.*, 2006).

A CCT baseia-se em indicadores físicos, biológicos e de manejo da área, gerando, ao fim de seu cálculo, um número ideal de visitantes, por dia. Um pouco diferente, VIM acessa três resultados básicos relacionados a impactos: condições problemas; fatores de causa potencial; e estratégias de manejo potenciais.

Embora não gere um número exato de visitantes para área como o CCT, o método VIM estabelece, para cada indicador, com base nos objetivos de manejo, padrões que especificam os limites aceitáveis ou níveis apropriados de impacto para a área (NILSEN & TAYLER, 1998).

Capacidade de Carga Turística (CIFUENTES, 1992)

O processo relacionado ao cálculo da Capacidade de Carga Turística está estruturado em três níveis: a Capacidade de Carga Física (CCF), a Capacidade de Carga Real (CCR) e a Capacidade de Carga Efetiva (CCE). Cada um destes níveis se relaciona com os demais de forma hierárquica:

$$\boxed{CCF \geq CCR \geq CCE}$$

Sendo:

$$CCF = \frac{S}{S_p} \times NV$$

onde S é a superfície total disponível em metros lineares - no caso da trilha da Pedra do Sino foi considerada toda a extensão de 10500 m, sendo desconsideradas as demais áreas de visitação (acampamentos, o cume, mirantes etc); S_p é a superfície ocupada por uma pessoa (1 m); NV é o número de vezes que uma mesma pessoa pode visitar o sítio em um só dia. O NV pode ser obtido através da fórmula $NV = H_v / T_v$, onde H_v é o horário diário disponível e T_v é o tempo necessário para cada visita.

Para o cálculo da CCR, a CCF deve ser submetida a uma série de fatores de correção. Para este estudo foram selecionados os fatores de correção social (Fsoc), erosão (Fero), acessibilidade (Face) e conduta (Fcon), por serem comumente utilizados (CIFUENTES, 1999). Para o cálculo de cada fator de correção (F) é utilizada uma mesma equação geral:

$$F = 1 - \frac{MI}{Mt}$$

onde Ml é a magnitude limitante da variável e Mt é a magnitude total da variável. Desta forma, para cada fator utilizado, foram considerados Ml e Mt específicos. Com base nos fatores gerados, foi calculada a CCR utilizando-se da seguinte fórmula:

$$CCR = CCF (F_{soc} \times F_{ero} \times F_{ace} \times F_{con})$$

Para o cálculo da CCE será multiplicado a CCR pela Capacidade de Manejo (CM):

$$CCE = CCR \times CM$$

A Capacidade de Manejo é definida com base em uma série de variáveis: respaldo jurídico, políticas, equipamento, recursos humanos disponíveis, financiamento, infraestrutura e instalações disponíveis (CIFUENTES, 1992 *apud* CIFUENTES, 1999). A Capacidade de Manejo ideal é definida como as melhores condições que a administração de uma área protegida deve ter para desenvolver suas atividades e alcançar seus objetivos (CIFUENTES, 1999).

O valor final de Visitantes Diários (VD) será dado por:

$$VD = CCE / NV$$

Manejo do Impacto dos Visitantes - VIM (KUSS, 1990)

O processo VIM leva em consideração uma série de etapas que, de forma cíclica, permitem identificar os principais problemas relacionados à visitação, suas causas e consequências, os padrões a serem seguidos, as estratégias de manejo, sua implementação e monitoramento (Figura 9.1). Para isso, envolve um processo de, basicamente, oito passos (NILSEN & TAYLER, 1998):

- 1- pré-acesso à revisão das bases de dados existentes;
- 2- revisão dos objetivos de manejo;
- 3- seleção de indicadores-chave;
- 4- seleção de padrões para os indicadores-chave de impactos;
- 5- comparação entre padrões e condições existentes;
- 6- identificação das causas dos problemas de impacto;
- 7- identificação das estratégias de manejo;
- 8- implementação.

Assim, foi utilizada esta estrutura para rascunhar os limites e padrões desejáveis relacionados ao uso público e comparar com os encontrados no presente estudo. Tal comparação possibilitará uma primeira visão dos caminhos a serem seguidos embora não sirvam como resposta final - uma vez que para isso se faz necessária a integração dos pares, possibilitando uma visão multilateral e o mais real possível deste processo.

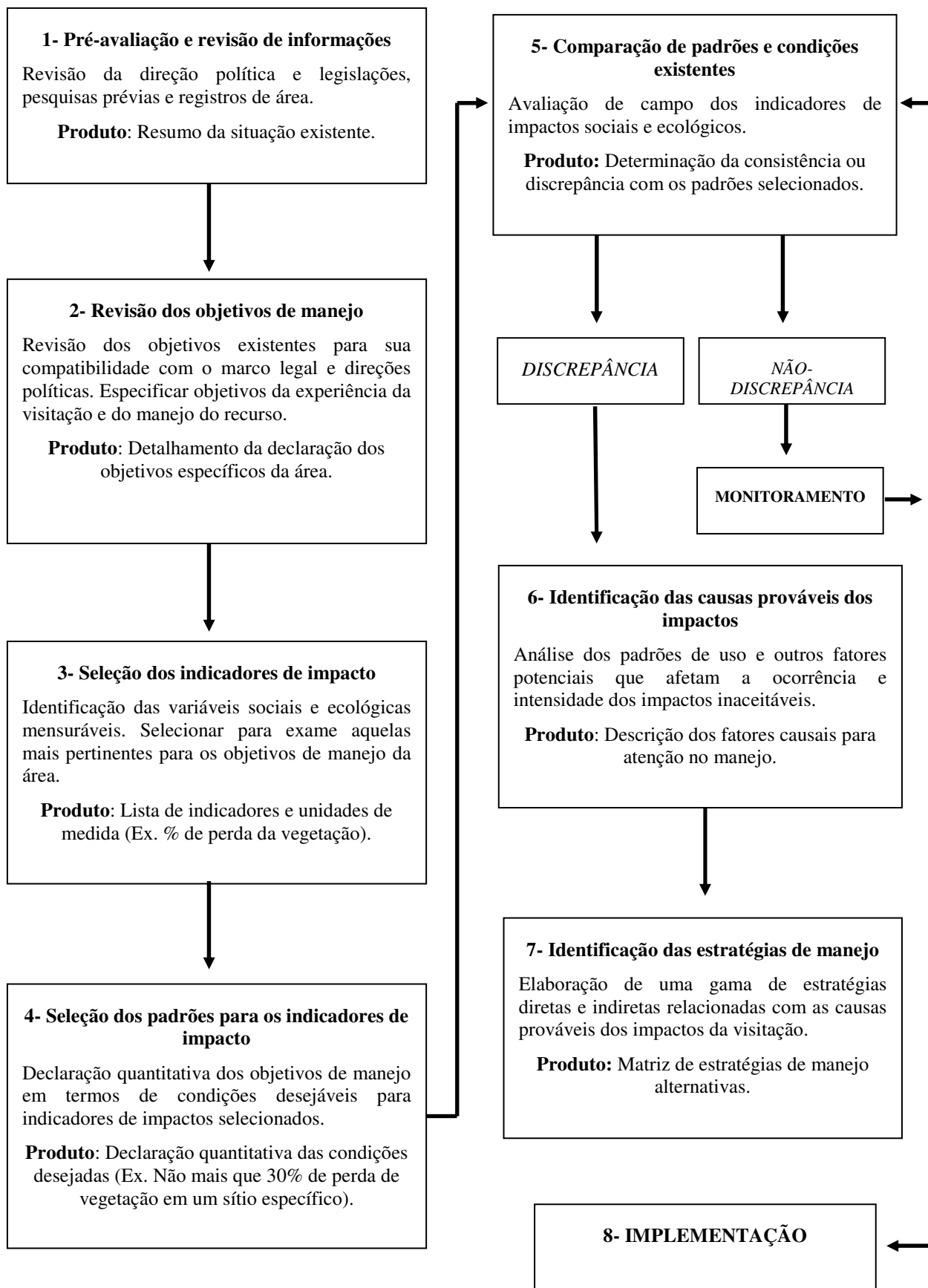


Figura 9.1: Etapas do Manejo do Impacto dos Visitantes (VIM) consideradas para a realização do estudo da capacidade de carga da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Capacidade de Carga Turística (CCT)

Alguns pressupostos básicos devem ser levados em consideração para possibilitar o cálculo da CCT:

- fluxo de visitantes em um único sentido. No caso em questão, sentido barragem do rio Andorinhas - Pedra do Sino;
- espaço mínimo de 1m^2 para que uma pessoa possa se movimentar livremente;
- tempo médio de visita, considerando ida e volta. No caso da trilha da Pedra do Sino, o tempo médio é de dez horas, sendo quatro de subida, duas de permanência no cume e demais atrativos e mais quatro de descida;
- horário em que ocorre a visitação. Na trilha da Pedra do Sino o período é das 06:00 h às 22:00 h, considerando que o ingresso deve ser adquirido no intervalo das 08:00 h às 17:00 h com, no máximo, sete dias de antecedência.

A CCF representa o número máximo de visitas que uma área pode suportar. Para tanto, levam-se em consideração o tamanho da área, o horário disponível para visita, o tempo gasto por cada visitante ou grupo de visitantes e a necessidade de espaço por pessoa. Para a trilha da Pedra do Sino foi obtido o valor de $NV = 1,6$ visitas/dia/visitante.

Portanto, temos:

$$CCF = 10500 \text{ m} \times 1,6 \text{ visita / dia / visitante} \rightarrow 16.800 \text{ visitas/ dia/ visitante}$$

Em seguida, multiplicamos este valor por cada um dos fatores de correção estipulados:

- **Fator de correção social (Fsoc):**

Levando-se em consideração o fato de que a maioria dos visitantes realiza a visita em grupos (99%) e que quase metade dos mesmos (48,5%) a realiza em grupos de cinco a dez pessoas e, ainda 21% a fazem em grupos formados por mais de dez pessoas, foram considerados aqui grupos compostos por um número máximo de dez pessoas, conforme proposto no CCAN, como medida de redução do impacto e aumento da qualidade da visita.

Assim, mantendo-se uma distância de 50 m entre grupos, para assegurar certo grau de isolamento, somado ao espaço ocupado por cada um, teremos um total de 60m necessários para cada grupo. Desta forma, o número de grupos (NG) que podem ocupar a trilha foi dado pelo tamanho da área (S) dividido pelo espaço necessário para cada grupo (sg): $NG = S / \text{sg}$.

$$NG = \frac{10500}{60} = 175 \text{ grupos na trilha da Pedra do Sino}$$

De posse destes dados, obtivemos o número total de pessoas (P) que podem estar, simultaneamente, na trilha: $P = NG \times \text{número de pessoas por grupo}$.

$$P = 175 \times 10 \rightarrow 1750 \text{ visitantes simultâneos}$$

Agora, basta calcular a MI para obtenção do Fsoc. Para isto, foi utilizado o tamanho total menos os 1750 m utilizados pelo total de visitantes simultâneos, já considerados os 50 m necessários para assegurar a qualidade da visita:

$$\begin{aligned} MI &= Mt - P \\ MI &= 10500\text{m} - 1750\text{m} \rightarrow 8850\text{m} \end{aligned}$$

Então,

$$Fsoc = 1 - \frac{8850}{10500} \rightarrow 0,1571$$

- **Fator de correção erosão (Fero):**

Para este cálculo, foi considerada a porcentagem de trilha com problemas de erosão, no trecho estudado. Assim, como pode ser visto no Capítulo IV, um total de 24 pontos, dentre os 68, apresentaram algum tipo de problema relacionado à erosão, o que representa, aproximadamente, 35% da trilha. Ao extrapolar este valor para toda a trilha, temos 3705m de trilha com algum tipo de problema relacionado à erosão.

Assim, o $Fero = 1 - \text{área com erosão} / \text{área total}$.

$$Fero = 1 - \frac{3705}{10500} \rightarrow 0,6471$$

- **Fator de correção acessibilidade (Face):**

Para este cálculo, levou-se em consideração a dificuldade dada pela trilha aos visitantes, segundo o grau de inclinação da mesma. Portanto, foram utilizadas as seguintes categorias:

Dificuldade	Declividade
Baixa	$\leq 10 \%$
Média	10 – 20%
Alta	$> 20\%$

Uma vez que a trilha não apresenta trechos com declividade maior que 20%, segundo os pontos amostrais mensurados, foi considerado apenas o nível de dificuldade médio como significativo. A trilha possui grande sinuosidade e por isto apresenta baixa inclinação, podendo ser percorrida sem maiores dificuldades, conforme discutido no capítulo IV. Seguindo o mesmo critério do Fator de Correção anterior, temos 13 pontos, dentre os 68, com inclinação entre 10 e 20%, representando, aproximadamente, 19% do trecho estudado. Extrapolando-se, temos: $0,19 \times 10500\text{m} = 1995$ metros que conferem uma maior dificuldade aos visitantes.

Então, temos:

$$\text{Face} = 1 - \frac{1995}{10500} \rightarrow 0,81$$

- **Fator de correção conduta (Fcon):**

Uma vez que a conduta do visitante está diretamente relacionada a uma série de impactos negativos como: dejetos, lixo, abertura de atalhos, contaminação da água, modificações estruturais do ambiente, afugentamento da fauna, má relação entre grupos, entre outros, foi gerado um fator de correção relacionado a este item. Para isso, foi utilizado o número percentual de acertos na parte do questionário que reza sobre o conhecimento do CCAN.

$$\text{Fcon} \rightarrow 0,60$$

De posse destes fatores, basta multiplicá-los pela CCF para obtermos a CCR:

$$\text{CCR} = 16800 \times 0,1571 \times 0,6471 \times 0,81 \times 0,6 = 830 \text{ visitas/dia}$$

Como a Capacidade de Manejo deve ser estabelecida pelos próprios gestores, uma vez que possuem acesso a todas as informações de carências e demandas, a utilizada aqui foi a última porcentagem das ações de manejo cumpridas, segundo o pré-determinado no Plano de Manejo para o último período vigente. Neste caso, o Boletim Eletrônico do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, nº 24, de fevereiro de 2009, indicou que 82% das ações previstas foram integralmente realizadas nos dois primeiros trimestres após a Portaria ICMBio nº 45/2008. Desta forma, a CM será de 82%.

$$\text{CM} = 0,82$$

De posse destes dados, a CCE será dada por (Tabela 9.1):

Tabela 9.1: Valores obtidos para capacidade de carga efetiva (CCE), capacidade de carga real (CCR), capacidade de manejo (CM), capacidade de carga física (CCF) e fatores de correção (soc = social, ero = erosão, con = conduta) da trilha da Pedra do Sino no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

CAPACIDADE DE CARGA / FATOR DE CORREÇÃO	VALORES
CCF	16800 visitas/ dia
Fsoc	0,1571
Fero	0,6471
Faces	0,81
Fcon	0,6
CCR	830 visitas/ dia
CM	0,82
CCE	680 visitas/ dia

Assim, o valor final de Visitantes Diários será:

$$VD = 680 / 1,6 \rightarrow 425 \text{ visitantes/dia}$$

Este primeiro ensaio não foi realizado no intuito de trazer um número “mágico” final, mas sim de traçar os primeiros caminhos para concretização de um limite ideal que assegure cumprir os objetivos propostos para esta área. Como pode ser observado, o valor encontrado não se distancia muito do atual, considerando que 200 pessoas acessam a trilha diariamente, 100 pernoitam e retornam no dia seguinte, e ainda 100 provêm da Travessia, somando um total de 400 pessoas.

Manejo do Impacto dos Visitantes (VIM)

Pré-avaliação – Revisão de informações

Nesta primeira etapa, foram identificadas a área de estudo e as informações disponíveis sobre esta região utilizando, como base, informações contidas, principalmente, no Plano de Manejo do Parque (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

Dentro do Zoneamento estabelecido para os Parques Nacionais brasileiros, a presente área foi delimitada como Zona de Uso Extensivo, tendo a seguinte definição:

“É aquela constituída em sua maior parte por áreas naturais, podendo apresentar algumas alterações humanas. Caracteriza-se como uma transição entre a Zona Primitiva e a Zona de Uso Intensivo.”

No PARNASO a Zona de Uso Extensivo está dividida em três segmentos, segundo o Plano de Manejo (VIVEIROS DE CASTRO, 2008) (Figura 9.2):

ZUE 1 - Área das trilhas Mozart Catão e Cartão Postal na Sede Teresópolis e morro Santo Antônio Mirim, entre o limite da UC e o rio Paquequer, e faixa de transição entre a estrada da barragem e a Zona Intangível do vale do rio Paquequer;

ZUE 2 - Trilha da Travessia (faixa de 20 metros), entre o acesso à trilha da Pedra do Sino (Barragem) e a Zona de Uso Intensivo do Bonfim, incluindo bolsões nas áreas do Abrigo 4 (Pedra do Sino) e Castelos do Açú e trilha da cachoeira Véu da Noiva (Petrópolis);

ZUE 3 - Bacia do rio Santo Aleixo, entre os limites da UC e a cota altitudinal de 400 metros.

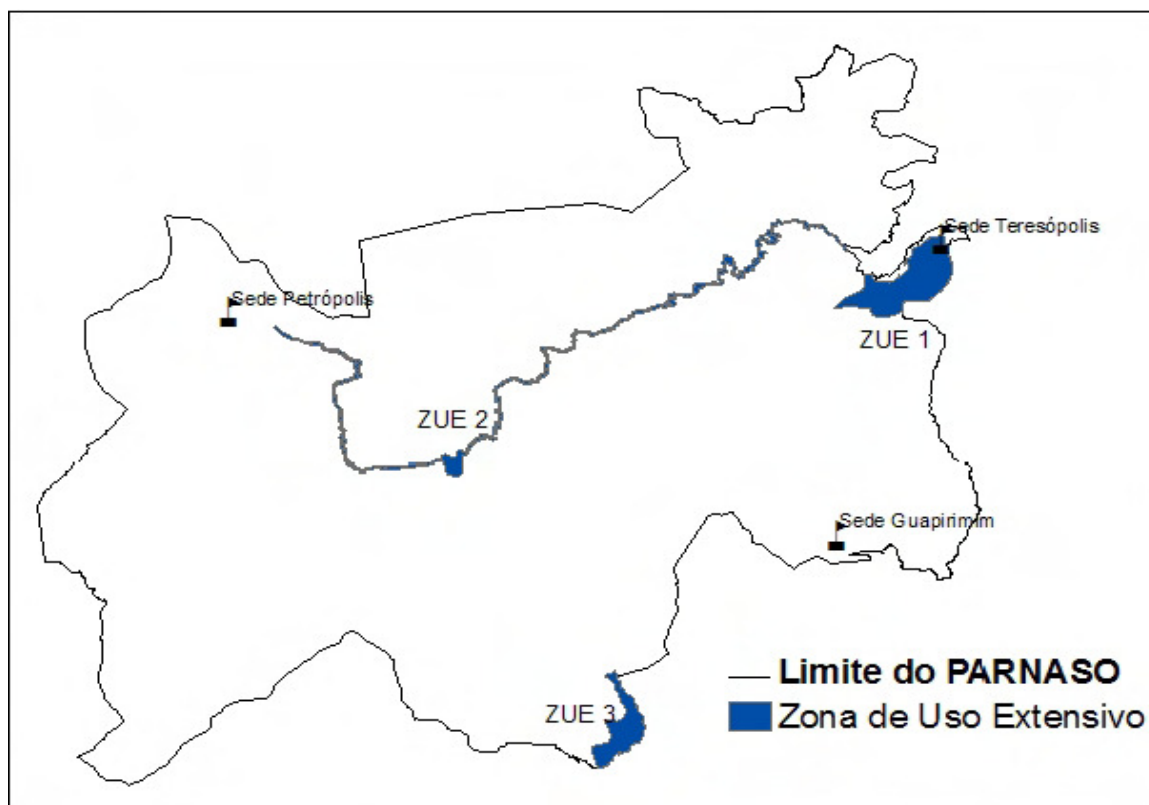


Figura 9.2: Delimitação dos três segmentos da Zona de Uso Extensivo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

Na ZUE 2 encontra-se a trilha da Travessia Petrópolis-Teresópolis, um dos principais atrativos do parque, do qual faz parte a Trilha da Pedra do Sino, que necessita ainda de infraestrutura mínima para controle do uso público. Representa altitudes elevadas, com relevo acidentado e presença de nascentes. Além disso, encontramos os Campos de Altitude, florestas primárias e secundárias, sendo possível o registro ocasional de animais ameaçados. A área é destinada à fiscalização, pesquisa, interpretação ambiental e uso público moderado, apresentando ainda como problema a visitação irregular (VIVEIROS DE CASTRO, 2008).

A área de estudo compreende cerca de metade do trecho da ZUE 2. Tal área, assim como as demais áreas demarcadas, possuem as seguintes Normas Gerais, segundo o Plano de Manejo (VIVEIROS DE CASTRO, 2008):

- As atividades permitidas serão: a proteção, o manejo, a visitação controlada e a fiscalização;
- A ZUE deve ser dotada da infraestrutura mínima necessária para controle e apoio à visitação, sempre em harmonia com a paisagem;
- Dentro desta Zona, as áreas de uso público serão especialmente controladas;
- Deverão ser observadas as normas de uso público nas áreas de visitação;
- As atividades administrativas e operacionais deverão observar as Normas de Funcionamento;
- O acesso às trilhas de Santo Aleixo (ZUE 3) somente será liberado mediante autorização específica do Parque;
- Acampamentos são permitidos apenas na área do Abrigo da Pedra do Sino (abrigo 4 – coordenada UTM 23K 7514928,99 S; 702949,50 W), com capacidade para 60 pessoas; e nas proximidades dos castelos do Açú (coordenada UTM 23K 7512323,70 S; 699786,71 W), com capacidade para 80 pessoas, podendo ser alterada em função de estudos de capacidade de suporte;
- O acampamento ao longo da trilha da Travessia entre a Sede Petrópolis e o Açú, particularmente, no Ajax (coordenada UTM 23K 7512552,57 S; 698037,23 W), e entre a Sede Teresópolis e a Pedra do Sino, particularmente no Abrigo 3 (coordenada UTM 23K 7516119,88 S; 704331,26 W), está restrito a uma pernoite em situações de emergência, devendo ser informado e justificado no registro de saída do grupo;
- É expressamente proibido o acampamento ao longo da trilha da Travessia entre o Açú e a Pedra do Sino. Em caso de acampamento de emergência, como acidentes e problemas graves de orientação devido a condições climáticas adversas, a administração do PARNASO deve ser informada, estando sujeitos a multa aqueles que não apresentarem justificativa aceitável;
- É expressamente proibido e sujeito à multa o acampamento na área do cume da Pedra do Sino;
- É proibida a construção e manutenção de ranchos e acampamentos de caráter permanente;
- Para o preparo de alimentos é permitido somente o uso de fogareiro.

Normas de visitação específicas para atividades de montanhismo:

- O número máximo de visitantes na trilha da Pedra do Sino e do Açú é de 100 pessoas para pernoite com acesso pela portaria da Sede Teresópolis, 100 pessoas para pernoite com acesso pela portaria da Sede Petrópolis e de 100 pessoas por portaria sem pernoite;
- O camping na montanha só será permitido nos arredores do Abrigo da Pedra do Sino - Abrigo 4 (70 pessoas acampadas e 30 no abrigo) e dos Castelos do Açú (100 pessoas), em

locais a serem delimitados pela administração do Parque e respeitando-se a capacidade de carga estabelecida;

- O camping fora destas áreas é proibido e está sujeito à multa, salvo em casos excepcionais e emergenciais devidamente justificados;
- Para fins de controle, segurança e resgate, os grupos de excursionistas com destino à área de montanha do Parque deverão preencher o Termo de Conhecimento de Risco, assinado por um responsável, e portar identidade ou CPF, bem como indicar um número de telefone fixo para contato de emergência;
- Os montanhistas que pretendam usar a trilha do Dedo de Deus e outras com acesso pela BR-116 deverão preencher o Termo de Conhecimento de Risco informando, em caso de escalada, qual via será utilizada;
- Menores de idade a partir de doze anos podem visitar a montanha desacompanhados dos pais ou responsáveis se apresentarem autorização por escrito, com cópia da identidade do responsável e da certidão de nascimento ou identidade do menor;
- Fica proibido o porte de garrafas de vidro na área de montanha;
- É proibido fazer fogueiras. As refeições devem ser preparadas em fogareiros portáteis ou nas cozinhas dos abrigos;
- Todo o lixo produzido deve ser trazido de volta das trilhas e disposto nas latas de lixo disponíveis na área de uso público;
- Os montanhistas devem conhecer e observar todas as normas de conduta consciente em unidades de conservação estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente;
- Não é permitido nas trilhas de montanha o uso de chinelos de dedo e sapatos de salto alto;
- Só será permitido o acesso às trilhas de montanha portando os seguintes equipamentos mínimos: lanterna e pilhas, agasalho e cantil ou recipiente para armazenar água;
- A contratação de guia ou condutor por visitantes não é obrigatória;
- Em caso de acidente provocado por conduta inadequada do visitante, os custos da operação de resgate deverão ser restituídos ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pelo responsável.

Revisão dos objetivos de manejo

Possui como objetivos gerais:

“O objetivo do manejo é a manutenção de um ambiente natural com mínimo impacto humano, apesar de oferecer acesso e facilidade públicos para fins educativos e recreativos.”

E, objetivos específicos:

- Propiciar atividades de uso público (conscientização ambiental, interpretação e recreação) com baixa intensidade de impacto, restringindo-se o número de pessoas e disponibilizando infraestrutura e outras facilidades;
- Estimular o desenvolvimento de atividades de lazer de caráter educativo que explorem a composição da paisagem ao longo de diferentes relevos e gradientes altitudinais;
- Permitir a visitação nas áreas de montanha com a infraestrutura necessária de apoio e controle;
- Proporcionar atividades de pesquisa científica e monitoramento ambiental;
- Proporcionar aos visitantes contato com a natureza, por meio de atividades, como caminhadas em trilhas, contemplação e banho.

Seleção de indicadores-chave

Com base nos resultados obtidos nos capítulos anteriores, foram estabelecidos os seguintes indicadores-chave:

Indicadores bióticos:

- Variação na composição, riqueza e abundância de espécies herbáceas da borda da trilha até 50m da floresta;
- Riqueza e abundância de morfoespécies de plântulas neste mesmo ambiente;
- Variação na composição, riqueza e abundância de espécies de formigas da serapilheira da borda para o interior da floresta.

Indicadores físicos:

- Incidência luminosa da borda da trilha até 50m no interior da floresta;
- Largura média da trilha;
- Profundidade média da trilha;
- Problemas relacionados a drenagem pluvial e erosão;
- Presença de atalhos;
- Presença de lixo, dejetos e pichações.

Indicadores sociais:

- Percepção dos visitantes sobre os impactos negativos;
- Percepção dos visitantes quanto às estratégias de manejo;
- Percepção quanto ao número de encontros sociais;
- Conhecimento sobre o CCAN do MMA.

Seleção de padrões para os indicadores de impacto

Indicadores bióticos:

- Efeito da trilha gerado pelo pisoteio e pelo ambiente de borda sobre as herbáceas não deve ultrapassar os 20m estabelecidos para esta área;
- Efeito da trilha gerado pelo pisoteio e pelo ambiente de borda sobre o banco de plântulas não deve ultrapassar os 20m estabelecidos para esta área;
- Efeito da trilha gerado pelo pisoteio e pelo ambiente de borda sobre a mirmecofauna da serapilheira não deve ultrapassar os 20m estabelecidos para esta área;

Indicadores físicos:

- Alterações na luminosidade não devem ultrapassar os 20m estabelecidos para esta área;
- Largura média não deve ultrapassar 1,5m (um metro e meio);
- A profundidade média não deve ultrapassar os 30cm;
- Ausência de problemas de drenagem e erosão;
- Ausência de atalhos;
- Ausência de lixo, dejetos e pichações.

Indicadores sociais:

- Percepção por parte dos visitantes dos efeitos negativos sobre a área e importância destes na qualidade da visita;
- Percepção dos visitantes sobre as estratégias de manejo destinadas à área e importância na qualidade da visita e conservação;
- Despertar da consciência dos visitantes a respeito dos impactos ocasionados pelo excesso de visitantes sobre a área e sobre os demais grupos de visitantes;
- 100% de conhecimento sobre as técnicas do CCAN para reduzir os impactos na área.

Comparação de padrões com as condições existentes

Impactos bióticos:

Conforme pode ser observado nos três primeiros capítulos, o efeito gerado pela visitação na trilha da Pedra do Sino estão, quando presentes, restritos à borda da trilha, apresentando influência, principalmente, sobre as herbáceas que são favorecidas pela maior incidência luminosa. As Poaceae que dominam esta área são espécies que, de certa forma, dificultam a germinação e estabelecimento de espécies lenhosas, embora assegurem uma redução na erosão do leito da trilha. Portanto, como tais espécies lenhosas não foram amostradas, não se sabe ainda quais os reais efeitos neste local. Mesmo assim, a análise de similaridade indica que tais efeitos não atingem a comunidade como um todo, agindo naturalmente dentro da dinâmica de clareiras natural nas florestas tropicais por concentrar-se nesta área. A fim de melhor observar os efeitos sobre as espécies lenhosas sugere-se a utilização do banco de plântulas para um melhor esclarecimento sobre as reais perdas geradas pelo aumento da comunidade herbácea, uma vez que nenhum efeito significativo foi encontrado sobre o banco de sementes do solo.

Já em relação à mirmecofauna não foram encontrados efeitos significativos sobre a riqueza e abundância, embora uma reduzida diferença na composição possa ser observada.

Mesmo assim, tal diferença restringe-se ao ambiente de borda e não afeta a comunidade como um todo, tendo apenas efeitos locais ocasionados pela mudança no microhabitat. Novas amostragens devem ser feitas para confirmação dos resultados encontrados, contemplando os efeitos da sazonalidade.

Impactos físicos:

A fim de se alterar, o mínimo possível, as condições microclimáticas da área, a borda representada pela trilha não deve exceder o limite de 20 m, para que a comunidade existente não responda positivamente alterando sua composição. Conforme observado no Capítulo I, a luminosidade apresenta-se diferente somente na área adjacente à borda (nos primeiros 5m de cada lado da trilha), devendo se manter nestes padrões.

A largura da trilha está acima do esperado, tal fato pode estar relacionado ao histórico de uso, onde a trilha era utilizada no início da criação do Parque por animais de carga que, possivelmente, alargaram o leito principal. Portanto, pode-se seguir o recomendado, reduzindo a largura média para, no máximo, 1,5m ou mesmo manter o valor encontrado (1,80m) como o máximo possível, uma vez que permite maior liberdade para o cruzamento de visitantes em sentidos contrários. A manutenção da trilha, neste sentido, favorecerá a regeneração destas áreas atingindo-se naturalmente a média recomendada pela literatura. Já a profundidade encontra-se dentro do limite recomendado, devendo ser mantida neste padrão, com observação especial de alguns trechos críticos que estão bem acima dos 30cm.

Os problemas relacionados à má drenagem e erosão remontam de longa data e estão relacionados diretamente à ausência de manejo e mau uso. Como pode ser observado no campo, diversos trechos da trilha fazem parte da rede de drenagem, escoando a água e aumentando a força dos processos erosivos. Alguns trechos são críticos e merecem maior atenção. Nestes, a profundidade da trilha ultrapassa um metro e sua presença favorece a criação de atalhos pelos visitantes.

Os atalhos são inúmeros, sendo contabilizados 34 no trecho estudado, ultrapassando o padrão estabelecido e aumentando a área impactada da trilha, estando, muitas vezes, relacionados à presença de dejetos e à causa de erosão. Desta forma, medidas mais eficazes devem ser estabelecidas para obtenção de melhores resultados.

A presença de lixo e dejetos foi, junto aos atalhos, o item mais percebido pelos visitantes e deve ser tratado com especial atenção, uma vez que tal fato está diretamente relacionado à conduta do visitante.

Impactos sociais:

Conforme observado no Capítulo anterior, cerca de 80% dos visitantes notaram degradação da área ocasionada pela visita e 20% não tinham expectativas. Apesar disto, 62,5% disseram não alterar a qualidade da visita, 20,4% disseram que tal fato piorou a qualidade e 17,1% que os problemas melhoraram a qualidade da visita. Tais dados mostram que nem todos estão atentos à real importância da UC do ponto de vista da conservação, aceitando nestes ambientes um grau de perturbação encontrado no ambiente externo, que apesar de ruim não altera a qualidade das experiências, podendo mesmo melhorá-las.

Em relação ao manejo dado a área, 37,6% disseram encontrar menos ações do que o esperado, 32,8% o mesmo que esperava, 14,6% mais que esperava e 15,1% não tinham expectativas. Desta forma, pode-se notar uma grande discrepância das observações no campo, mostrando que as ações são ainda pouco notadas seja por sua pontualidade ou seja por uma carência de censo crítico dos visitantes relacionado ao manejo e gestão da área. Uma maior percepção dos visitantes sobre estas ações favorece o apoio a sua implementação, à cobrança das partes envolvidas, além de poder propiciar uma melhor visão sobre os gestores da área, quando as ações são implementadas.

Quase metade dos visitantes (47,5%) disseram encontrar um maior número de pessoas do que o esperado, mas, apesar disso, 64,1% disseram que tal fato não alterou a qualidade da visita. Conforme discutido no Capítulo anterior, os visitantes tendem a se adaptar às novas condições, não se importando com o aumento do número de pessoas, direcionando-se a novas áreas ou mesmo aproveitando a baixa temporada para visitação. Tal fato pode favorecer uma falta de apoio por parte dos visitantes a uma política mais restritiva em relação à capacidade de suporte da área.

Apenas 25% dos visitantes tiveram contato, algum dia, com o proposto no CCAN. Mesmo assim, 100% demonstraram interesse e consideraram relevante tal conhecimento, pois muito do que é feito fora da conduta recomendada advém da falta de informação por parte dos visitantes e não por vandalismo. Sabendo disto e levando-se em consideração o elevado grau de instrução dos visitantes desta UC, cabe novamente ressaltar a importância de um maior desenvolvimento de ferramentas ligadas à Educação Ambiental, com base em programas, como o Montanha Limpa, O CCAN, trilhas interpretativas, entre outros, que sirvam de base para melhorar o conhecimento dos visitantes sobre a importância da conservação dentro e fora das áreas protegidas.

Identificação das prováveis causas dos impactos

Conforme identificado, os principais problemas estão relacionados ao meio físico e têm como principais causas a ausência de manejo e a falta de informação e fiscalização dos visitantes.

Identificação de estratégias de manejo

As principais estratégias de manejo a serem direcionadas à área são as seguintes:

- recuperação e manutenção da rede de drenagem;
- recuperação da trilha onde processos erosivos intensos modificaram a estrutura do local;
- fechamento definitivo de atalhos com recuperação da área degradada, incluindo transplante de plântulas, ou mesmo substituição da trilha existente por atalhos em áreas onde o atalho se apresenta como melhor alternativa;
- distribuição de folhetos com as diretrizes propostas no CCAN;
- distribuição de sacolas para incentivar os visitantes a trazerem seu lixo de volta;
- implantação de placas educativas para ampliar a conscientização dos visitantes;

- fiscalização efetiva relacionada aos equipamentos básicos de segurança, retirada de lixo e conduta nas áreas de acampamento.

Implementação

Para que a implementação das estratégias acima possa atingir seus objetivos deve-se levar em consideração elevados investimentos iniciais em estrutura e recursos humanos capacitados, além de gastos em fluxo contínuo para a manutenção e monitoramento. Além disto, novas pesquisas relacionadas ao tema e o desenvolvimento de outras ações de forma participativa são essenciais para fortalecer o alcance das estratégias de conservação e uso público.

CONCLUSÕES

- A CCT encontrada para trilha da Pedra do Sino foi de 425 visitantes por dia, próxima à estabelecida pelo PARNASO atualmente, considerando o somatório máximo possível de visitantes ao mesmo tempo na trilha;
- Considerando os diversos fatores de correção que podem atuar sobre a CCF, a metodologia de CCT se mostra eficaz no estabelecimento do número de visitantes para a área;
- O método VIM mostra-se também muito eficiente quanto ao estabelecimento de padrões e a sinalização de situações problemáticas além de suas causas e consequências;
- Os impactos sobre a biota encontram-se dentro dos padrões estabelecidos e sustentam o esperado para Florestas Tropicais, com alta riqueza e abundância de espécies proporcionada por uma elevada heterogeneidade de habitats, possivelmente refletidas nas variações observadas mais do que até mesmo o efeito da trilha propriamente dito;
- Novas amostragens contemplando os efeitos da sazonalidade e outros indicadores como vertebrados e vegetação lenhosa devem ser utilizados a fim de se obter aspectos relacionados a estes grupos e também maior sustentação dos resultados obtidos;
- Os impactos físicos estão relacionados principalmente à má drenagem, erosão, lixo e atalhos que ultrapassam os limites aceitáveis e restringem o número de visitantes;
- Apesar dos problemas observados, a maioria dos visitantes encontra-se satisfeita quanto à qualidade da visita, não percebendo as ações destinadas às áreas ou mesmo não se importando com tais características, ao mesmo tempo em que se adaptam bem ao aumento do número de visitantes;
- As duas metodologias aplicadas mostram-se complementares. Ambas metodologias, quando utilizadas sobre o espectro de um maior número de indicadores, participação de diferentes pesquisadores e do público alvo são indicadas para delinear as tomadas de decisão pelos gestores sobre o Uso Público em Unidades de Conservação na Floresta Atlântica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ecologia da Recreação é uma ciência nova e, especialmente no Brasil, fornece suas primeiras contribuições ainda no início deste século, com o surgimento do SNUC. Compreensivelmente, alguns temas relacionados às UC dependiam, de certa forma, da reestruturação e definitiva consolidação destas unidades em um sistema único, tornando claros os objetivos destinados a elas. Findada esta etapa, com um maior fortalecimento de suas bases, as UC, antes mesmo de terem resolvidos antigos problemas relacionados ao manejo e gestão, mostram suas novas demandas e necessidades.

O Uso Público destas áreas vem ganhando importância devido ao desenvolvimento experienciado pelo homem - crescente urbanização, aumento da densidade demográfica, destruição e fragmentação do habitat natural, estresse diário, entre outros - e também pelo desenvolvimento tecnológico que propicia um maior ganho de tempo livre. Com isto, um sentimento intrínseco surge como uma fuga da nova realidade (*fugere urbem*) criando uma grande demanda pelo contato com o ambiente natural.

Infelizmente, esta nova demanda traz impactos negativos, não por se tratar de áreas intactas ou virgens, mas sim, por serem poucos e pequenos os remanescentes florestais próximos aos grandes centros urbanos. A fragmentação gerou o isolamento das comunidades e, conseqüentemente, afetou os processos evolutivos com a perda de espécies e criação de novas barreiras aos processos naturais de fluxo gênico. Portanto, a introdução de novos impactos pode acarretar em novos desequilíbrios, que embora pequenos, podem colocar em linhas de extinção espécies raras e ainda pouco conhecidas.

A preocupação com o impacto do uso público somado à importância do contato entre homem e natureza faz com que a Ecologia da Recreação ganhe importância como ciência. Estes seus dois mandatos primários tornam-se essenciais na consolidação e fortalecimento do chamado desenvolvimento sustentável.

O Parque Nacional da Serra dos Órgãos, assim como tantos outros, sofre das já conhecidas carências de um país em desenvolvimento, necessitando de recursos de todas as grandezas. Apesar disto, este Parque, desde sempre, apresenta estrutura e benefícios aos visitantes. Desta forma, os impactos da visitação observados são sutis e ainda pouco relevantes em uma visão mais ampla, mas, no contexto em que se inserem, devem ser manejados e minimizados, não só pelo ponto de vista ambiental, mas também pela condição de servir como importante meio de desenvolvimento da educação ambiental e conseqüente desenvolvimento humano, propiciando uma maior qualidade na visita. Pois, como já é senso comum, a educação em todas as suas formas é fundamental ao desenvolvimento de qualquer sociedade.

A biota analisada, com sua devida relevância, não sofre ainda com os impactos da visitação gerados até então. Definitivamente, estes dados não fecham este diagnóstico, necessitando, inclusive, da inclusão de novos indicadores bióticos e abióticos. Os principais problemas encontrados estão relacionados ao meio físico e, sendo resolvidos, beneficiariam, principalmente, os visitantes.

Neste contexto, ambas metodologias mostraram-se capazes de salientar tais problemas, potencializando, quando usadas em conjunto, a leitura dos mesmos. A CCT, por fazer uso de Fatores de Correção, apresenta uma visão interessante dos aspectos qualitativos, não se resumindo apenas a um cálculo espacial quantitativo, como pressuposto. Mesmo assim, a geração de modelos matemáticos deve ser observada com cuidado, por mais próximo que

pareça da realidade, pois pequenas alterações são capazes de fazer grande diferença no cálculo final.

Para quem busca um valor para capacidade de suporte, o VIM pode trazer números muito subjetivos, baseados mais necessariamente em conjecturas. Assim, recomenda-se a integração dos dados gerados pelas duas metodologias. A agregação dos resultados deve, necessariamente, trazer uma visão o mais próxima possível do ideal.

No presente caso, cabe por fim, novamente ressaltar a necessidade de integração dos pares, ou seja, a sinergia entre os manejadores, pesquisadores de diferentes áreas e o público alvo para que, a partir de múltiplas perspectivas, baseadas em um enfoque transdisciplinar, possam fechar um panorama final, ou próximo deste, deixando ainda em aberto, obviamente, as incertezas geradas por efeitos temporais e espaciais, além das propriedades emergentes deste todo complexo. Só assim, de forma participativa, será possível gerar um melhor entendimento.

Longe desta pretensão, o presente trabalho traz pontualidades inerentes ao tema, especialmente notadas em um primeiro momento. No que tange à capacidade estipulada para trilha da Pedra do Sino e a encontrada aqui através das duas metodologias (CCT e VIM) vale ressaltar alguns aspectos já levantados no próprio Plano de Manejo (VIVEIROS DE CASTRO, 2008):

“O acesso irregular à Trilha da Travessia a partir da localidade do Caxambu, em Petrópolis, dificulta o controle da capacidade de suporte, além de prejudicar a arrecadação de taxas de visitação”.

Ainda, segundo o Plano de Manejo:

“Em 2000, foi estabelecida uma capacidade de suporte para a trilha da travessia de 100 pessoas para pernoite na Pedra do Sino e 100 pessoas para pernoite no Morro do Açu, por dia. Além disso, é permitida ainda a entrada de 100 pessoas para ir e voltar no mesmo dia até o Açu e mais 100 até o Sino. Esta capacidade foi estabelecida levando-se em consideração o tamanho das áreas disponíveis para acampamento na montanha e disponibilidade de água nestas áreas”.

Posto isto, algumas considerações podem ser feitas. Primeiramente, a capacidade de suporte da área de acampamento estabelecida pelo mesmo Plano de Manejo - 60 pessoas acampadas no quarto abrigo e 80 no Açu - e pelas Normas Específicas para o Montanhismo - 70 pessoas acampadas no quarto abrigo, mais 30 alojadas no Abrigo 4 e 100 pessoas acampadas no Açu - é ultrapassada pelo número de visitantes liberados. Além disso, as 100 pessoas que pernoitam no Açu ou na Pedra do Sino, podem ainda acessar a Travessia, duplicando o número de pessoas estabelecidas na norma para cada uma das áreas. Tal fato, embora não tenha sido diretamente avaliado, foi levantado durante a realização das entrevistas. Os visitantes chamaram a atenção para a falta de banheiros, pois, conforme apontado por eles, os dois banheiros disponíveis no Abrigo 4 para os visitantes acampados tornam-se inutilizáveis nos feriados prolongados e nas noites de lua cheia.

Anteriormente, quando outras áreas eram utilizadas para acampamento - Terceiro Abrigo, Vale das Antas, Paraíso, cume da Pedra do Sino - ocorria a distribuição dos visitantes na área, ampliando os efeitos negativos da visitação, mas, ao mesmo tempo, propiciando qualidade na visita. Atualmente, com esta nova limitação, deve-se atentar para o número de visitantes acampados no Quarto Abrigo e no Açu, uma vez que estas áreas encontram-se nos Campos de Altitude - ambiente de grande relevância para conservação - e apresentam áreas de nascente em seu interior. Um número muito grande de pessoas sem condições sanitárias

necessárias pode levar à contaminação dos corpos d'água e a consequente transmissão de doenças, além da poluição visual gerada pela presença de dejetos.

Tais observações estão intimamente relacionadas à área de acampamento e, salvo o exposto, não fazem parte do levantamento de dados referentes à trilha, a qual possui capacidade de carga próxima a encontrada no presente trabalho.

Além destas disparidades, os demais problemas apontados já são velhos conhecidos dos gestores e necessitam de investimento para sua regularização. Portanto, sugere-se, primeiramente, a necessidade de investimentos na manutenção destas áreas, antes mesmo da criação de novas áreas destinadas ao uso público, garantindo, desta forma, o cumprimento dos objetivos propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, N. N.; BRANDÃO, C. R. F. A revision of the neotropical Solenopsidini ant genus *Oxyepoecus* Santschi, 1926 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). The *vezenyii* species group. **Papeis Avulsos de Zoologia** V. 44 n. 4 p. 55-80. 2004.
- ANDERSEN, A.N. MAJER J.D. Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. **Front. Ecol. Environ.** 2(6):291-298. 2004.
- ANDRADE, W.J. **Implantação e manejo de trilhas**. In: Mitraud, S. (org.). **Manual de Ecoturismo de Base Comunitária: ferramentas para um planejamento responsável**. 2003 p. 247-260. WWF Brasil. Brasília.
- ARAÚJO, C.D. **Perfil do Visitante e Capacidade de Carga Turística em Unidade de Conservação**: o caso do Parque Estadual da Ilha Grande, RJ. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Seropédica, RJ. 2006.
- ARAÚJO, M.M., LONGHI, S.J., BARROS, P.L.C.; BRENA, D.A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**. V. 66. 2004. p. 128-141.
- ATAWHAI, T.P. Visitor satisfactions, impact perceptions, and attitudes toward management options on the Rakiura Track. **SCIENCE FOR CONSERVATION: 80** 1994.
- BAÉZ, A.L.; ACUÑA, A. **Guía para las mejores prácticas de ecoturismo en áreas protegidas**. México: CDI, 2003 p. 159.
- BAIDER, C., TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Rev. Brasil. Biol.**, v. 59 n. 2, 1999 p. 319-328.
- BARBOSA, V.S., LEAL, I.R., IANNUZZI, L.; ALMEIDA-CORTEZ, J. Ecology, Behavior and Bionomy. Distribution Pattern of Herbivorous Insects in a Remnant of Brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Entomology** v.34 n.5, 2005.
- BARROS, M.I.A. **Caracterização da visitação, dos visitantes e avaliação dos impactos ecológicos e recreativos do planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. Dissertação (Mestrado em Ciências). ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 2003. 121f.
- BASSET, Y.; NOVOTNY, V.; MILLER, S.E.; SPRINGATES, N.D. Assessing the impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. **Journal of Applied Ecology**, v.35, 1998. p. 461-466.
- BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W. Floristic composition of the cerrado in the Pé-de-gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, Southeastern Brazil). **Acta bot. bras.** v.15 n. 3, 2001 p. 289-304.
- BATES, G. H. The vegetation of footpaths, sidewalks, cattracks and gateways. **Journal of Ecology**. v.23 1935, p. 468-487.

BECKER, B.K. Políticas e planejamento do turismo no Brasil. **Caderno Virtual de Turismo**. v 1. n 1. 2001.

BELART, J. L. **Trilhas para o Brasil**. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v.13 n. 1, 1978 p. 49-51.

BENITES, V.M.; CAIAFA, A.N.; MENDONÇA, E.S.; SCHAEFER, C.E.; KER, J.C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e ambiente**. V. 10, n.1, 2003. p.76 - 85.

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN JR, W.L.; DELABIE, J.H.C.; SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation, 2000p. 122-144. In: D. AGOSTI; J.D. MAJER; L. ALONSO & T. SCHULTZ (eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution, 2000, 280p.

BESUCHET, C.; BUCKARDT, D.H.; LOBLE, I. The “Winkler/Moezarski” eclector as an efficient extractor for fungus and litter Coleoptera. **Coleopt. Bull.** v. 41, 1987, p. 392-394.

BOLTON, B. **Identification guide to the ants genera of the world**. Harvard University Press, Cambridge, 1994, 222p.

BONATTI, J., MARCZWSKI, M., REBELATO, G.S., SILVEIRA, C.F., CAMPELLO, F.D., RODRIGUES, G., GUERRA, T.; HARTZ, S.M. Trilhas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil: Mapeamento, Análise e Estudo da Capacidade de Carga Turística. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 4, n. 1/2, 2006, p. 15-26

BOYD, S.W.; BUTLER, R.W. “Managing ecotourism: An opportunity spectrum approach”. **Tourism Management**, n. 8, v. 17, 1996, p.557-566.

BOYLE, S.A.; SAMSON, F.B. Effects of nonconsumptive recreation on wildlife: a review. **Wildl. Soc. Bull.** v. 13, 1985, p. 110-116.

BRAGA, D.L. **Respostas da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) ao ecótono eucalipto-floresta secundária em três paisagens de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 2008.

BRAGAGNOLO, C.; PINTO-DA-ROCHA, R. Diversidade de Opiliões do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil (Arachnida: Opiliones) **Biota Neotropica**, v. 3, n.1, 2003.

BROWN, K.S. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. In: Collins, N.M.; Thomas, J.A. (Eds), **The conservation of insects and their habitats**. 1991, p. 350-404. Academic Press, London.

BROWN Jr., K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation** v. 1, 1997, p. 25-42.

CAMPOS, N.R., SIQUEIRA, P.; VOLTOLINI, J.C. **Abundância da planta invasora maria-semvergonha (*Impatiens walleriana*) em trilhas com diferentes níveis de uso turístico, Caxambu, MG.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG. 2007.

CARSON, RAQUEL. **Silent spring.** Boston, Houghton Mifflin Company. 1962, p. 378.

CERVANTES, A.L. et al. **Diretrizes para os programas de uso público do Instituto Florestal do Estado de São Paulo - SMA.** In: 2º CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. 4, São Paulo. Anais, São Paulo: IF-SP, 1992, p.1076-1079.

CESSFORD, J. & MUHAR, A. Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. **J. Nat. Conserv.** v. 11, 2003, p. 240–250.

CIFUENTES, M. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. CATIE. **Serie Técnica.** Informe Técnico n. 194. Turrialba, Costa Rica. 1992

CIFUENTES, M.A. *et al.* **Capacidad de Carga Turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo,** Costa Rica. Turrialba, CC.R.: WWF:CATIE, 1999, p. 75.

COLE, D.N. S.D. **Disturbance of Natural Vegetation by Camping: Experimental Applications of Low-Level Stress.**

COLE, D.N. Research on soil and vegetations in wilderness: a state-of-knowledge review. In: **National wilderness research conference: issues, state-of-knowledge, future directions,** Fort Collins. Proceedings. Ogden: USDA, Forest Service Intermountain Research Station, 1987. p.135-177. (General Technical Report INT, 220).

COLE, D.N. Low-impact recreational practices for wilderness and backcountry. Ogden: USDA, **Forest Service Intermountain Research Station,** 1989, p. 132. (General Technical Report INT, 259).

COLE, D.N. Changes on trails in the Selway-Bitterroot Wilderness, Montana, 1999, p. 1978-1987. Ogden: USDA, **Forest Service Intermountain Research Station.** P. (Research Paper INT, 550).

COLE, D.N.; LANDRES, P.B. Threats to wilderness ecosystems: impacts and research needs. **Ecological Applications.** v. 6, n. 1, 1996, p. 168-184.

COLE, D. N. Visitor Use Density and Wilderness Experiences: A Historical Review of Research. **USDA Forest Service Proceedings** RMRS-P-20. 2001.

COLE, D. N. Environmental impacts of outdoor recreation in wildlands. In: Manfredo, M.; Vaske, J., Field, D, Brown, P. and Bruyere, B. (eds). **Society and resource management: a summary of knowledge.** Modern Litho: Jefferson City, MO, 2004, p. 107-116. Disponível em: <http://leopold.wilderness.net/research/fprojects/F012.htm>. Acesso em 10 julho 2007.

COLE, D. N., 2004a. Monitoring and Management of Recreation in Protected Areas: the Contributions and Limitations of Science. **Working Papers of the Finnish Forest Research**

Institute. 2004a. Disponível em:
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp002.htm>.

COLE, D.N.; McCOOL, S.F. Limits of Acceptable Change and Related Planning Processes: a Workshop. In: McCool, Stephen F.; Cole, David N., comps. 1998. **Proceedings - Limits of Acceptable Change and related planning processes: progress and future directions**; 1997 May 20–22; Missoula, MT. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-371. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

COLE, D. N.; MONZ, C. A. Spatial patterns of recreation impact on experimental campsites. **Journal of Environmental Management** v. 70. 2003, p. 73–84.

COLE, D. N.; SPILDIE, D. R. Restoration of Plant Cover in Subalpine Forests Disturbed by Camping: Success of Transplanting. **Natural Areas Journal**. v. 26, n. 2, 2006.

COLE, D. N. Experimental trampling of vegetation. II. **Predictors of resistance and resilience**. 1995.

COLE, DAVID N.; WATSON, ALAN E.; HALL, TROY E.; SPILDIE, D. R. High-Use Destinations in Wilderness: Social and Biophysical Impacts, Visitor Responses, and Management Options. Ogden, UT: **USDA Forest Service, Intermountain Research Station**; Research Paper INT-RP-496. 199, 30p.

COWELL, R.K. **EstimateS: statistical estimations of species richness and shared species from samples**. Version 6.0b1. 2000. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

COMITA, L.S.; GOLDSMITH, G.R. Impact of research trails on seedling dynamics in a tropical forest. **Biotropica**, v. 40, n. 2, 2008, p. 251-254.

COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. A temperatura do solo durante as queimadas. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 1, 1989, p. 93-96.

COOK, C.; DAVID ANDRUS E R.; MOISEY, N. Environmental response to natural resource management regimes: twenty years of visitor impacts in the bob marshall wilderness. **Proceedings of the 2003 Northeastern Recreation Research Symposium** GTR-NE-317. 2003.

CROMACK, K.JR.; SOLLINS, P. R. L.; TODD, D. A.; CROSSLEY, JR.W.M.; FENDER, R.F.; TODD A.W. **Soil Microorganism-Arthropod Interactions: Fungi as Major Calcium and Sodium Sources**.

CUEZZO, F. First record of the ant genus *Oxyepoecus* (Formicidae: Myrmicinae: Solenopsidini) in Chile, with remarks on its geographical range. **Rev. Soc. Entomol. Argent.** v. 66 n. 1-2, 2007, p. 165-167.

DANIELS, M.L.; MARION, J.L. Communicating Leave No Trace Ethics and Practices: Efficacy of Two-Day Trainer Courses. **Journal of Park and Recreation Administration**. Winter v. 23, n. 14, 200, p. 1-19.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter and communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.T. and Schultz, T. (Ed.). **Measuring and monitoring biological diversity: standart methods for ground living ants**. Washington: Smithsonian Institution, 2000. 280p.

DITTRICH, V.A.O.; WAECHTER, J.L.; SALINO, A. Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil **Acta bot. bras.** v. 19, n. 3, 2005, p. 519-525.

ENGELMANN, R.A.; WESENBERG, J.; MORAWETZ, W. Pteridófitas e begoniáceas no sub-bosque da Mata Atlântica na parte oriental do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Tersópolis, RJ, Brasil in: **Ciência e conservação na Serra dos Órgãos** / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; Cecília Cronemberger, Ernesto B. Viveiros de Castro; Organizadores. – Brasília: Ibama, 2008. 298 p.

FIGUEIRÓ, A.S.; NETTO, A.L.C. **Análise do impacto produzido por trilhas em áreas de borda florestal no maciço da tijuca, Rio de Janeiro, RJ**. Anais do I Congresso nacional de Planejamento e Manejo de trilhas, RJ. 2006.

FILHO, A.A.T.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A.R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. **CERNE**, v.7, n.1, 2001, p.041-053.

FITTKAU, E.J.; KLINGE, H. On biomass and trophic structure of Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica** , 1973, p. 2-14.

FLOOD, J.P.; MCAVOY, L.H. The Influence of Wilderness Restoration Programs on Visitor Experience and Visitor Opinions of Managers In: Cole, David N.; McCool, Stephen F.; Borrie, William T.; O’Loughlin, Jennifer, comps. 2000. **Wilderness science in a time of change conference**, 2000, v. 5: Wilderness ecosystems, threats, and management; 1999 May 23– 27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

FONT, X.; TRIBE, J. Recreation, Conservation and Timber Production: a Sustainable Relationship? In: **Forest tourism and recreation: Case Studies in Environmental Management**. Eds. FONT, X.; TRIBE, J. CAB International 2000. Forest Tourism and Recreation.

FONTOURA, S.B.; GANADE, G.; LAROCCA, J. Changes in plant community diversity and composition across an edge between Araucaria forest and pasture in South Brazil. **Revista Brasil. Bot.**, V.29, n.1, 2006, p.79-91.

FOWLER, H.G., FORTI, L.C., BRANDÃO, C.R.F., DELABIE, J.H.C., VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. In: Panizzi, A.R. & Parra, J.R.P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manoele, 359p.

FRANCIS, J.K. **Research Forester**, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Jardín Botánico Sur, 1201 Calle Ceiba, San Juan PR 00926-1119, In: Cooperation with the University of Puerto Rico, Río Piedras, PR 00936-4984.

FREIRE, M.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.. **Banco de sementes e deposição de serrapilheira em Área de Proteção Ambiental no entorno do Parque Estadual do Desengano, RJ.**

FREITAS, W.K., MAGALHÃES L.M.S.; GUAPYASSÚ M.S. Potencial de uso público do Parque Nacional da Tijuca. **Acta Scientiarum**, Maringá. V. 24, n. 6, 2002, p 1833-1842.

GALINDO-LEAL, C.; GUSMÃO CÂMARA, I. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas.** Reis Lamas. – São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte : Conservação Internacional, 2005, 472p.

GASPARIANO, D.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I.. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, 2006, p. 1-9.

GENTRY, A.H.; DODSON, C. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. **Biotropica**. v. 19, 1987, p. 149-156.

GONZÁLES, G.; SEASTEDT, T.R. Comparison of the abundance and composition of litter fauna in tropical and subalpine forests. **Pedobiologia**. v. 44, 2000, p. 545-555.

GUIMARÃES, S.T.L. Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa/PR. **Trilhas Interpretativas: o reencontro da relação Homem/Natureza, o resgate de relações de profunda dependência, de interações esquecidas no cotidiano.**

HADDAD, N.M.; TILMAN, D.; HAARSTAD, J.; RITCHIE, M.; KNOPS, J.M.H. Contrasting Effects of Plant Richness and Composition on Insect Communities: A Field Experiment. **The American Naturalist**, v. 158, n. 1, 2001.

HALL, T.E.; COLE, D.N. **Changes in the Motivations, Perceptions, and Behaviors of Recreation Users: Displacement and Coping in Wilderness.** 2007.

HALL, J. B.; SWAINE, M. D. Seed stocks in Ghanaian forests soils. **Biotropica**, v. 12, 1980, p. 256-263.

HAMPTON, B.; COLE, N.D. Soft paths: how to enjoy the wilderness without harming it. **Mechanicsburg: Stackpole Books.** 1995, 222p.

HOCKINGS, M. Systems for Assessing the Effectiveness of Management in Protected Areas. v. 53, n. 9, **BioScience**, 2003, p. 823-832.

HÖFER, H.; HANAGARTH, W.; GARCIA, M.; MARTIUS, C.; FRANKLIN, E.; RÖMBKE, J.; BECK, L. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. **Eur.J. Soil Biol.**v. 37, 2001, p. 229-235.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants.** Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 1990.

HUTCHESON, J.; WALSH, P.; GIVEN, D. Potential value of indicator species for conservation and management of New Zealand terrestrial communities. **Science for Conservation**: 109 Department of Conservation P.O. Box 10-420. Wellington, New Zealand. 1999.

ITTNER, R.; POTTER, D.R.; AGEE, J.K.; Recreational Impact on Wildlands: Conference Proceedings; Seattle, WA. R-6-00. 1979. Seattle, WA: **USDA Forest Service and USDI National Park Service**. 333p.

IUCN. Towards a New Relationship of Man and Nature in Temperate Lands. Part I: Ecological Impact of Recreation and Tourism upon Temperate Environments; Lucerne, Switzerland. **IUCN Publications New Series** No. 7. Morges, Switzerland: IUCN-The World Conservation Union. 1967, 287p.

JASCONE, C.E.S.; MIGUEL, J.R. Pteridoflora da Estação Ecológica Estadual do Paraíso Rio de Janeiro, Brasil – Resultados preliminares. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 2, n.1, 2007, p. 37-43.

JEWELL, M.C.; HAMMITT, W.E. **Assessing Soil Erosion on Trails: A Comparison of Techniques**. 2000.

KINKER, S. **Ecoturismo e conservação da natureza em parques nacionais**. Campinas, SP : Papirus, 2002, 224p.

KUSS, F.R.; GRAEFE, A.R.; VASKE, J.J. Visitor Impact Management – A Review of Research. v. 1. **National Parks and Conservation Association**. Washington, D.C. 1990.

LADEIRA, A.S.; RIBEIRO, G.A.; DIAS, H.C.T.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FILHO, E.F.; OLIVEIRA FILHO, A.T. O perfil dos visitantes do Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB), Lima Duarte, MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, 2007, p.1091-1098.

LANDENBERGER, C. R. E. **Mixed-mesophytic forest understory communities and edge effect: the role of canopy gaps in edge composition and structure**. Dissertação (Doutorado) College of Agriculture, Forestry, and Consumer Sciences, West Virginia University. 1999.

LECHNER, L. Planejamento, Implantação e Manejo de Trilhas em Unidades de Conservação. **Cadernos de Conservação**. Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, Curitiba, PR. 2006.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3ª Ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1996, 84 p.

LEUNG, Y.F.; MARION, J.L. Characterizing backcountry campim impacts in Grat Smoky Mountains National Park, USA. **Journal of Environmental Management**, v.7, 1999, p.193-203.

LEUNG, YU-FAI; MARION, J.L. Recreation Impacts and Management in Wilderness: A State-of-Knowledge Review. **USDA Forest Service Proceedings RMRS**. v. 5, 200, p. 15.

LEUNG, Y.-F. Recreation ecology and visitor carrying capacity management: Implications for protected areas in East Asia. In: Hodgkiss, J. (ed.), **Challenge of Nature Conservation in the Face of Development Pressure**: Proceedings of the 2001 IUCN World Commission on Protected Areas - East Asia Conference. Hong Kong: AFCDF/FCP, 2002, p. 67-73.

LIMA, G.S.; RIBEIRO, G.A.; GONÇALVES, W. Avaliação da efetividade de manejo das Unidades de Conservação de Proteção Integral em Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, 2005, p.647-653.

LINDBERG, K.; MCCOOL, S.F. A critique of environmental carrying capacity as a means of managing the effects of tourism development. **Environmental Conservation**. v. 25, n. 4, 1998, p. 291–292.

LIDDLE, M.J. **Recreation ecology: the ecological impact of outdoor recreation and ecotourism**. London: Chapman and Hall. 1997, 664p.

LIEBERG, S.A. **Análise sucessional de fragmentos florestais urbanos e delimitações de trilhas como instrumento de gestão e manejo no programa de uso público do Parque Ecológico do Guarapiranga, São Paulo**. Tese (Doutorado). Rio Claro, SP. 2003.

LONGHI, S.J.; BRUN, E.J.; OLIVEIRA, D.M.; FIALHO, L.E.B.; WOJCIECHOWSKI, J.C.; VACCARO, S. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, 2005, p. 359-370.

LONGINO, J.T., COLWELL, R.K.; CODDINGTON, J.A. The ant fauna of a tropical rainforest: estimating species richness three different ways. **Ecology**. v. 83, 2002, p. 689-702.

LONGINO, J. T.; FERNÁNDEZ, F. Taxonomic review of the genus *Wasmannia*, pp. 271-289. In: Snelling, R. R., B. L. Fisher, and P. S. Ward (eds). **Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions**. Memoirs of the American Entomological Institute, 80. 2007.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas Ornamentais do Brasil**; Plantarum, Nova Odessa, 1995, 336 pp.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000, 339 p.

MACEDO, L.P.M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: formicidae) em fragmentos da Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 2004.

MACIEL, M.N.M., WATZLAWICK, L.F., SCHOENINGER, E.R., YAMAJI, F.M. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 1. 2002.

MAGRO, T.C. **Impactos do uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. São Carlos. 1999, 135p. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP.

MAGRO, T.C.; WATSON, A.; BERNASCONI, P. Identifying Threats, Values, and Attributes in Brazilian Wilderness Areas. **USDA Forest Service Proceedings** RMRS-P-49. 2007.

MANTOVANI, W. **Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu e em Itirapina, SP.** Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 1987, 203p. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia.

MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e áreas de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 31, n.2, 2002, p.187-195.

MARION, J.L. An assessment of trail conditions in Great Smoky Mountains National Park. Denver: USDI, National Park Service, **Cooperative Park Studies Unit**, 153p. (Research/Resources Management Report).

MARION, J.L.; REID, S.E. The Efficacy of Low Impact Education Programmes. **Journal of Sustainable Tourism**. v.15, n.1. 2007.

MARLER, M. A Survey of Exotic Plants in Federal Wilderness Areas In: Cole, David N.; McCool, Stephen F.; Borrie, William T.; O'Loughlin, Jennifer, comps. 2000. **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. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R.. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.22, n.3, 1999, p. 405-412.

MATOS, D.M.S.; PIVELLO, V.R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Cienc. Cult.** [online]. v. 61, n. 1, 2009, pp. 27-30.

MAXELL, B.; HOKIT, G. Effects of recreation on rocky mountain wildlife: a review for Montana. Amphibians & Reptiles - **Montana Chapter of The Wildlife Society**. 1999

MEADOWS, D.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. **Limites do Crescimento: Um Relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade.** Perspectiva, São Paulo. Tradução Ines M. F. Litto. 1972.

MELLO, F. **I Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de trilhas.** Rio de Janeiro, RJ. 2006.

MEDEIROS, R. Evolução das Tipologias e Categorias de Áreas Protegidas no Brasil. **Revista Ambiente e Sociedade**; v. 9; n. 1. Campinas/SP. 2006.

MEDEIROS, R.; GARAY, I. Singularidades do Sistema de Áreas Protegidas para a Conservação e Uso da Biodiversidade Brasileira. In: **Dimensões Humanas da Biodiversidade**. I. Garay e B.K. Becker (orgs.) Ed. Vozes. Petrópolis, RJ. 2006, p. 159-184.

MEINECKE, E. **A Report on the Effect of Excessive Tourist Travel on the California redwood parks**. Sacramento, CA: Califórnia State Printing Office. 1928, 20p.

MENDES DE SÁ, C.E.; SILVA, A.P.S.; BARROS, C.; VELLASCO, D.G.; TRÓPIA, G.; RODRIGUES, F. **Influência do fogo sobre a riqueza e a abundância de plantas lenhosas em áreas de campo sujo, cerrado sensu stricto e seus respectivos aceiros corta-fogo no Parque Nacional das Emas – GO**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG. 2007.

MMA. **Conduta Consciente em Ambientes Naturais**. 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=Conteudo.nonta&idEstrutura=48&idConteudo=2487> (Acesso em 28/05/2009).

MMA/SBF. **Diretrizes para visitação em Unidades de Conservação**. Coord. ARAÚJO, F.F.S. & RODRIGUES, C.G.O. Brasília, DF. 2006, 65p.

MMA. **Programa turismo nos parques**. Brasília, DF. 2008, 44p.

MONZ, C.A.; YOUNG, E.A.; YU-FAI LEUNG,. Monitoring the impacts of visitors to shorebird populations in the NPS coastal and barrier island network areas. **Proceedings of the 2004 Northeastern Recreation Research Symposium GTR-NE-326**. 2004.

MONZ, C.; YU-FAI LEUNG. Meaningful Measures: Developing Indicators of Visitor Impact in the National Park Service Inventory and Monitoring Program. **Visitor Impact Monitoring The George Wright Fórum**. V. 3, n. 2, 2006.

MORI, S.A.; SILVA, L.A.M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo de herbário fanerogâmico**. CEPLAC, Ilhéus. 1985.

MÜLLER, S.C.; WAECHTER, J.L. Estrutura sinusial dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Rev. bras. Bot.** v. 24, n. 4, São Paulo. 2001.

MYERS, N. “Threatened Biotas: ‘Hotspots’ in Tropical Forests.” **The Environmentalist**. v. 8, 1988, p. 1–20.

NAKAMURA, A.; PROCTOR, H.; CATTERALL, C.P. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. **Ecological Management & Restoration**. v. 4, 2003, p. 20-27.

NORONHA, F.; QUEIROZ, G.; FRANCISCO, A.L.; GARAY, I. **Impacto das trilhas sobre as características do solo e da fauna edáfica em fragmentos de floresta atlântica de tabuleiros**, Sooretama-ES. 2007.

NILSEN, P.; TAYLER, G. A Comparative Analysis of Protected Area Planning and Management Frameworks. In: McCool, Stephen F.; Cole, David N., comps. 1998. Proceedings—**Limits of Acceptable Change and related planning processes: progress and future directions**; 1997 May 20–22; Missoula, MT. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-371. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station

NUNES, M.L.; TAKAHASHI, L.Y.; THEULEN, V. **Anais do V Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Curitiba, PR. 2007.

PACIENCIA, M.L.B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v. 27, n. 4, 2004, p.641-653.

PAKEMAN, R.J.; SMALL, J.L. The role of the seed bank, seed rain and the timing of disturbance in gap regeneration. **Journal of Vegetation Science**. v. 16, 2005, p. 121-130.

PENIDO, F.C.A.; FONSECA, G.L.; SANTOS, G.D.; SIMÕES, T.K.; MOREIRA, A.A.M.; COUTO, J.R.G. Turismo em Unidades de Conservação: objeto de estudo – Parque Nacional da Serra do Cipó. identificação de impactos do uso público da trilha para o Canyon das Bandeirinhas com base na utilização do método Visitor Impact Management – VIM. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 15, n. 24, 2005, p. 123-128.

PEREIRA, M.P.S.; QUEIROZ, J.M.; VALCARCEL, R.; MAYHÉ-NUNES, A.J. Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, 2007, p. 197-204.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**. 2001, 328pp.

PROUDMAN, R.D. AMC field guide to trail building and maintenance. S.L.p., **Appalachian Mountain Club**, 1977, 192p.

PURATA, S. E. Floristic and structural changes during old-field succession in the Mexican tropics in relation to site history and species availability. **J. Trop. Ecol.** v. 2, 1986, p. 257-276.

RIBEIRO, E.M.S. **Estudo para avaliação dos impactos ocasionados pelo uso público nas trilhas do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil**. CEFET-PE 2006, 40p.

RIBEIRO, K.T. **Estrutura, dinâmica e funcionalidade em comunidades rupícolas no Planalto do Itatiaia**. Tese de Doutorado. Depto. De Ecologia. UFRRJ. 2002.

RIBEIRO, Michelle de Oliveira. **Gestão da contaminação biológica por espécies vegetais exóticas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil** Universidade Federal Fluminense Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Niterói, 2008, 121 f.

RIBEIRO, E.M.S.; RAMOS, E.M.N.F. AND SILVA, J.S.B. Impactos Ambientais Causados pelo Uso Público em Áreas Naturais do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife – PE. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2007, p. 72-74.

RIBEIRO, S.P.; CARNEIRO, M.A.A.; FERNANDES, G.W. Free-feeding insect herbivores along environmental gradients in Serra do Cipó: basis for a management plan. **Journal of Insect Conservation**, v. 2, 1998, p. 107-118.

ROBERTS, H.A. Seed banks in the soil. **Advances in Applied Biology**, Cambridge, Academic Press, v. 6, 1981, 55 p.

ROCHA, C.F.D. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. São Carlos : RiMa, 2003, 160p.

ROOVERS, P. **Impact of outdoor recreation on ecosystems: towards an integrated approach**. Dissertations de Agricultura. Doctoraatsproefschrift nr. 650 aan de faculteit Bio-ingenieurswetenschappen van de K.U.Leuven. 2005.

SOBRAL, I.S.; SANTANA, R.K.O.; GOMES, L.J.; COSTA, M.; RIBEIRO, G.T.; SANTOS, J.R. Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 8, n. 24, 2007 p. 102 – 110.

SOUZA, W.; PADOVAN, M.P. **Análise da aplicação das metodologias de avaliação da capacidade de carga nas unidades de conservação brasileiras**. Anais do V Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Curitiba, PR. 2007.

SCHMIDT, F.A.; DIEHL, E. ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS What is the Effect of Soil Use on Ant Communities? **Neotropical Entomology**. v. 37, n. 4. 2008.

SCHUTTE, M.S.; QUEIROZ, J.M.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; PEREIRA, M.P.S. Inventário estruturado de formigas (Hymenoptera, Formividae) em floresta ombrófila de encosta na ilha da Marambaia, RJ. **Inheringia, Ser. Zool.**, Porto Alegre, v. 97, n. 1, 2007, p. 103-110.

SCHERRER, P.; GROWCOCK, A. Managing visitor impacts in the Australian Alps: a case study in informal track development and track recovery. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 97. 2006.

SHEPHERD, B.; WHITTINGTON, J. Response of Wolves to Corridor Restoration and Human Use Management. **Ecology and Society**, v. 11, n. 2, 2006.

SIEGRIST, D.; CLIVAZ, C.; HUNZIKER, M.; ITEN, S. **Exploring the Nature of Management Proceedings of the Third International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas**. Rapperswil, Switzerland. 2006.

SILVA, A.J.C.; NOGUEIRA, A.C.; CARPANEZZI, A.A.; GALVÃO, F.; KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S. **Banco de sementes em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Aluvial** - municípios de Araucária e Balsa Nova, PR. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG. 2007.

SILVA, R.R.; FEITOSA, R.S.M.; EBERHARDT, F. Reduced ant diversity along a habitat regeneration gradient in the southern Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management** 240, 2007, p. 61–69.

SNUC - **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. 3 ed. aum. Brasília: MMA/SBF, 2003. 52p.

SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2006. [on line] Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br>. Acesso em 21 de junho de 2008.

STANKEY, G.H.; COLE, D.N.; LUCAS, R.C.; PETERSEN, M.E.; FRISSEL, S.S. The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning. Ogden: **USDA, Forest service Intermountain Forest and Range Experiment Station**, 1985, 37p. (General Technical Report INT, 176).

STORK, N. E. How many species are there? **Biodiversity and Conservation**, v. 2, 1993, p. 215-232.

STORK, N.E.; SAMWAYS, M.J. Inventorying and monitoring. Chapter 7, pp. 453-543. In: Heywood, V.H.; Watson, R.T. (Executive editor and chair) **Global Biodiversity Assessment**. United Nations Environment Program, Cambridge University Press, Cambridge. 1995.

STRUMINSKI, E. **Parque Estadual Pico do Marumbi**. Curitiba, PR: Editora UFPR, 2001, 185p.

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**. Curitiba. 1998, 129p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

TAKAHASHI, L. Uso público em Unidades de Conservação. **Cadernos de Conservação / Fundação o Boticário de Proteção a Natureza: Ano 2 n.o 2**. 2004.

TAKAHASHI, L.Y.; MILANO, M.S.; TORMENA, C.A. Indicadores de impacto para monitorar o uso público no Parque Estadual Pico do Marumbi – Paraná. **Rev. Árvore**, v. 29, n. 1, Viçosa, MG. 2005.

VALCARCEL, R. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológica. **Floresta e ambiente**. v. 5, n. 1, 1998, p. 68-88.

VASCONCELOS, H.L. **Respostas de formigas à fragmentação florestal**. IPEF, v. 12, 1998, p. 95-98.

VEIGA-FERREIRA, S.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; QUEIROZ, J.M. Formigas de serapilheira na Reserva Biológica do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro, Brasil (Hymenoptera: Formicidae). **Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida**. Seropédica, RJ, EDUR, v. 25, n. 1, 2005, p.49-54.

VENTURA, M.A., RESENDES, R. & CUNHA, R.T. Perigos de introduções em ecossistemas insulares: o caso da Ilha das Flores (Açores). XIII Expedição Científica do Departamento de Biologia - **Flores e Corvo**. Rel. Com. Dep. Biol., v. 35, n. 158. 2007.

VIEIRA C.M.; PESSOA S. V.A. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. **Rodriguésia** v. 52, n. 80, 2001, p. 17-30.

VITRAL, L.W.F.; ALBUQUERQUE, F.B.; REIS, J.E.P. Estudo comparativo da *Centella asiatica* importada com *C. erecta* colhida no campus da UFJF. In: **Associação Médica**

Homeopatia Brasileira. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Homeopatia. Belo Horizonte, 1992.

VIVEIROS DE CASTRO, E. B. (coord.). Plano de manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. **Documento final interno.** Teresópolis, RJ. 2008, 382p.

VIVEIROS DE CASTRO, E.B.; CRONEMBERGER, C. Da ciência ao manejo: o conhecimento científico e a gestão da pesquisa no Parque Nacional da Serra dos Órgãos IN: Cronemberger, C.; Viveiros de Castro, E. B. (orgs.) **Ciência e conservação na Serra dos Órgãos.** Brasília: IBAMA, 2007, 298p.

WALL, G. "Is ecotourism sustainable?". **Environmental Management**, v. 21, n. 167, 1997, p. 483-491.

WARD, D.F.; NEW, T.R.; YEN, A.L. Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. **Journal of Insect Conservation**, Netherlands, v.5, 2001, p.47-53.

WHITTAKER, D.; SHELBY, B. **Developing good standards:** criteria, characteristics and sources.

WILSON, E. O.; WILLIS, E. O. Applied biogeography. In: **Ecology and Evolution of Communities**, M. L. Cody and J. M. Diamond, eds., Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1975, p. 522-534.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 4th. Ed. Prentice-Hall, New Jersey, 1999, 663 pp.

ZIMMERMANN, A. **Visitação nos Parques Nacionais Brasileiros:** Um Estudo à Luz das Experiências do Equador e da Argentina. 281p. Tese (Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2006.

ANEXOS

Anexo 1: Questionário sobre o perfil dos visitantes e seus conhecimentos sobre técnicas de mínimo impacto em ambientes naturais submetido aos visitantes que retornavam da trilha da Pedra do Sino, PARNASO, RJ.

Esta pesquisa é parte do trabalho de dissertação de mestrado desenvolvido na UFRRJ cujo tema é "Impacto das trilhas sobre a biota do Parque Nacional da Serra dos Órgãos". Sua ajuda no preenchimento deste questionário é muito importante!

Data: ____/____/____.

1. Desde quando visita a trilha da Pedra do Sino?

- Primeira vez Há 2 anos Entre 2 e 4 anos Entre 4 e 10 anos Há mais de 10 anos

2. Com que frequência visita o Parque?

- Primeira vez Até três vezes/ano De 4 a 10 vezes/ano Mais de 10 vezes/ano

3. Costuma visitar outras áreas naturais? Sim Não

4. Se SIM: Sempre acampa Às vezes acampa Nunca acampa

5. Tamanho do grupo:

- Está sozinho 2-4 pessoas 5-10 pessoas Mais de 10 pessoas

6. Quanto tempo permaneceu ou permanecerá na trilha da Pedra do Sino?

- Visitante de um dia ➔ Até ½ dia O dia todo
Visitante que pernoita ➔ 1 noite 2 noites 3 noites Mais de 3 noites
Esteve acampado ➔ Sim Não

7. Qual sua PRINCIPAL atividade durante a permanência no Parque? (Escolha somente uma opção).

- Acampamento Caminhada Ascensão de picos Escalada técnica

Outros: _____

8. Assinale dentre o(s) item(s) abaixo que mostra(m) o que você percebeu durante esta visita:

- Trilha mal mantida e com erosão; Trilha com muitos visitantes;
 Pessoas cortando capim ou árvores para fazer fogueira; Árvores cortadas ou danificadas;
 Restos de fogueiras nas trilhas/áreas de acampamento. Lixo/resíduos deixados pelos visitantes;
 Atalhos e trilhas secundárias criadas pelos visitantes; Dejetos (fezes) em locais inadequados;
 Recuperação da vegetação nas áreas de acampamento; Barulho provocado por visitantes;

Outros: _____

9. Como você avalia sua experiência na trilha em relação a:

9.1 Número de pessoas que você encontrou:

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Menos do que esperava | | O que isso representou para sua visita? |
| <input type="checkbox"/> O mesmo que esperava | | <input type="checkbox"/> Não alterou a qualidade da visita; |
| <input type="checkbox"/> Mais do que esperava | | <input type="checkbox"/> Piorou a qualidade da visita; |
| <input type="checkbox"/> Não tinha expectativas | | <input type="checkbox"/> Melhorou a qualidade da visita. |

9.2 Degradação das áreas naturais causada pelos visitantes:

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Menor do que esperava; | | O que isto representou para sua visita? |
| <input type="checkbox"/> A mesma que esperava; | | <input type="checkbox"/> Não alterou a qualidade da visita; |
| <input type="checkbox"/> Maior do que esperava; | | <input type="checkbox"/> Piorou a qualidade da visita; |
| <input type="checkbox"/> Não tinha expectativas. | | <input type="checkbox"/> Melhorou a qualidade da visita. |

9.3 Número de ações que a administração do Parque faz para corrigir impactos causados pelo uso público:

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Menos que esperava; | | O que isso representou para sua visita? |
| <input type="checkbox"/> O mesmo que esperava; | | <input type="checkbox"/> Não alterou a qualidade da visita; |
| <input type="checkbox"/> Mais do que esperava; | | <input type="checkbox"/> Piorou a qualidade da visita; |
| <input type="checkbox"/> Não tinha expectativas. | | <input type="checkbox"/> Melhorou a qualidade da visita. |

Práticas e Técnicas de Mínimo Impacto em Áreas Naturais:

1. Quando acampado, sua barraca deve ser montada:

- (a) a pelo menos 10 metros de trilhas e riachos;
- (b) a pelo menos 20 metros de trilhas e riachos;
- (c) a pelo menos 40 metros de trilhas e riachos;
- (d) a pelo menos 60 metros de trilhas e riachos;
- (e) Não existem técnicas para escolha do local de acampamento.

2. Todo lixo que você tem ao final de sua visita deve:

- (a) ser enterrado em um buraco de, pelo menos, 50cm de profundidade;
- (b) ser escondido da visão de outros visitantes;
- (c) ser acondicionado em um saquinho e levado de volta;
- (d) ser queimado.

3. Quanto à utilização de fogueira em áreas de acampamento, podemos dizer que:

- (a) não deve ser construída com troncos largos cortados da vegetação próxima, mas apenas com gravetos.
- (b) deve ser construída a partir de restos de fogueiras já existentes.
- (c) deve estar próxima a sua barraca para não incomodar os outros visitantes.
- (d) não se deve construí-la em ambientes naturais.
- (e) deve ser construída apenas uma para uso comum entre todos os visitantes da área.

4. Verdadeiro ou falso:

- Na ausência de banheiros, as fezes devem ser enterradas ou uma latrina deve ser construída a, pelo menos, 60 metros da trilha, fontes d'água e áreas de acampamento.
- Em áreas naturais, é melhor fazer fogueiras do que levar um pequeno fogareiro para cozinhar.
- Permanecer na mesma área de acampamento por mais que quatro dias pode causar danos à vegetação do local.
- Quando você caminha em uma trilha que já está aberta e definida é melhor andar em uma fila única e permanecer no caminho principal para minimizar impactos.
- Quando você acampa em uma área muito impactada, deve espalhar suas atividades para locais que ainda não foram impactados.
- Antes de visitar um parque ou área natural, você deve obter informações sobre quais são as atividades permitidas (ex. acampamento e trilhas), clima, épocas de maior visitação e possíveis riscos para sua segurança.
- Construir bancos e estruturas temporárias em sua área de acampamento movendo troncos e pedras do local é uma prática de mínimo impacto aceitável.
- Coletar e levar para casa plantas, pedras e outros objetos naturais não causa impactos porque a natureza tem uma quantidade enorme desses materiais.

5. Como você avalia a importância de um programa de educação para o visitante voltado para a prática de técnicas de mínimo impacto (ex. Programa Conduta Consciente – MMA):

- Muito importante, porque muitas vezes os impactos são causados por falta de informação e não por vandalismo.
- Pouco importante, porque a prática de técnicas de mínimo impacto não ajuda muito na diminuição dos impactos.
- Irrelevante, porque os visitantes não têm interesse em conservar as áreas naturais.

6. Já teve contato com o folder sobre conduta consciente (MMA)?

Sim

Não

6.1 Se SIM, como ele chegou até você:

- (a) Internet.
- (b) Simpósios, congressos e afins.
- (c) Parques Nacionais.
- (d) Amigos

Outros: _____

7. Qual seu Grau de Escolaridade:

- Primeiro Grau incompleto
- Primeiro Grau completo
- Segundo Grau incompleto
- Segundo Grau completo
- Universitário
- Graduado
- Pós-graduação

Anexo 2: Cartilha elaborada pelo MMA com os oito princípios a serem seguidos pelo programa intitulado “Conduta Consciente em Ambientes Naturais” que visa a nortear o comportamento dos visitantes em áreas naturais.

 <p>1</p> <p>Planejamento é fundamental</p> <ul style="list-style-type: none"> •Entre em contato prévio com a administração da área que você vai visitar. •Informe-se sobre as condições climáticas do local e destino. •Viaje em grupos pequenos de até 10 pessoas. •Escolha as atividades que você vai realizar na sua visita conforme o seu condicionamento físico e seu nível de experiência. 	 <p>2</p> <p>Você é responsável por sua segurança</p> <ul style="list-style-type: none"> •O salvamento em ambientes naturais é complexo e demorado. •Não se arrisque sem necessidade. •Deixe um aviso em casa sobre a atividade que você for realizar, indicando o local e a data de retorno. •Aprenda as técnicas básicas de segurança, como navegação (como usar um mapa e uma bússola) e primeiros socorros. •Tenha certeza de que você dispõe do equipamento apropriado para cada situação. 	 <p>3</p> <p>Cuide das trilhas e dos locais de acampamento</p> <ul style="list-style-type: none"> •Mantenha-se nas trilhas pré-determinadas - não use atalhos. •Acampe somente em locais pré-estabelecidos, quando existirem. •Acampando, evite áreas frágeis que levarão um longo tempo para se recuperar após o impacto. •Acampe a pelo menos 60 metros de qualquer fonte de água. •Não cave valcavas ao redor das barracas. 	 <p>4</p> <p>Traga seu lixo de volta</p> <ul style="list-style-type: none"> •Se você pode levar uma embalagem cheia para um ambiente natural, pode trazê-la vazia na volta. •Não queime nem enterre o lixo. Traga todo o seu lixo de volta com você. •Utilize as instalações sanitárias que existirem.
 <p>5</p> <p>Deixe cada coisa em seu lugar</p> <ul style="list-style-type: none"> •Não construa qualquer tipo de estrutura, como bancos, mesas, pontes etc. •Nada se leva de um parque. Animais, plantas, rochas, frutos, sementes e conchas encontrados no local fazem parte do ambiente. 	 <p>6</p> <p>Tome extremo cuidado com o fogo</p> <ul style="list-style-type: none"> •Fogueiras matam o solo, enfleiam os locais de acampamento e representam uma das grandes causas de incêndios florestais. •Para cozinhar, utilize um fogareiro próprio para acampamento. •Para iluminar o acampamento, utilize um lampião ou uma lanterna, em vez de uma fogueira. 	 <p>7</p> <p>Respeite os animais e as plantas</p> <ul style="list-style-type: none"> •Observe os animais à distância. •Não alimente os animais. Os animais podem acabar se acostumando com comida humana e passar a invadir os acampamentos em busca de alimento. •Não retire flores e plantas silvestres. 	 <p>8</p> <p>Seja cortês com outros visitantes e com a população local</p> <ul style="list-style-type: none"> •Ande e acampe em silêncio, preservando a tranquilidade e a sensação de harmonia que a natureza favorece. •Deixe os animais domésticos em casa. •Colabore com a educação de outros visitantes, transmitindo os princípios de mínimo impacto sempre que houver oportunidade.