

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Fatores de degradação ambiental e elementos construtivos na
avaliação e monitoramento de escadas no percurso de trilhas no
Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira**

Yukie Kabashima

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2011**

Yukie Kabashima
Arquiteto e Urbanista

Fatores de degradação ambiental e elementos construtivos na avaliação e monitoramento de escadas no percurso de trilhas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Orientador:
Profa. Dra. **TERESA CRISTINA MAGRO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Kabashima, Yukie

Fatores de degradação ambiental e elementos construtivos na avaliação e monitoramento de escadas no percurso de trilhas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira / Yukie Kabashima. -- versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. -- Piracicaba, 2011.
127 p. : il.

Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.
Bibliografia.

1. Áreas de conservação 2. Degradação ambiental 3. Impacto ambiental 4. Monitoramento ambiental 5. Parques estaduais 6. Reservas naturais 7. Turismo ecológico 8. Visitantes I. Título

CDD 333.72
K11f

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

*Para todos que contribuíram para o meu
amadurecimento pessoal, espiritual e
profissional*

AGRADECIMENTOS

Em especial à Teresa Cristina Magro, pela amizade, incentivo, orientação no trabalho realizado e sobretudo pela paciência e confiança na minha capacidade.

Ao Larry Lechner, amigo, mentor e grande incentivador.

Ao Antônio Cristiano Cegana, pela amizade, apoio, orientações e incentivo.

Marcelo Corrêa Alves, pelo auxílio no planejamento de campo e análise dos dados.

À Sara Hirata pela contribuição, dedicação e paciência na coleta de dados.

À Equipe do Parque Previdência, em especial René Costa pela inspiração e apoio.

Família pelo apoio e paciência.

À Equipe do PETAR por todo o apoio em campo e por compartilhar ricas experiências.

À Mariana Piva, pela amizade, incentivo e persistência.

À Valéria M. Freixêdas, pela amizade, incentivo, apoio e valiosa contribuição no projeto.

À Luisa Maciel pelo apoio, amizade, e pelos inesquecíveis trabalhos em campo.

Equipe Casa da Floresta, pelo incentivo e ensinamentos.

Às amigas da pós-graduação Léa Dobbert, Flávia G. König Brun e Vivian Faria pelo apoio, amizade, incentivo e compartilhamento de conhecimentos.

À Bel (Isabel Alves), pelo apoio psicológico e por importantes dicas durante o processo.

Ao Fábio Toshio Ueno, pelo apoio, amizade, amadurecimento e por me proporcionar equilíbrio nos momentos difíceis.

E por fim agradeço a CAPES pelo apoio financeiro que permitiu maior dedicação ao mestrado.

“Longe do estéril turbilhão da rua,
(...) escreve! No aconchego
Do claustro, na paciência e no sossego,
Trabalha e teima, e lima , e sofre, e sua!

Mas que na forma se disfarce o emprego
Do esforço: e trama viva se construa
De tal modo, que a imagem fique nua
Rica mas sóbria, como um templo grego

Não se mostre na fábrica o suplício
Do mestre. E natural, o efeito agrade
Sem lembrar os andaimes do edifício:

Porque a Beleza, gêmea da Verdade
Arte pura, inimiga do artifício,
É a força e a graça na simplicidade”.

Olavo Bilac – “A um poeta”

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS.....	19
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	21
1 INTRODUÇÃO.....	23
1.1 Objetivos e Hipóteses.....	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1 Uso público e seu manejo em unidades de conservação.....	27
2.2 Estudos dos efeitos da visitação em trilhas.....	32
2.3 Escadas.....	40
2.4 Contribuições da arquitetura no manejo de infraestrutura em áreas naturais...	43
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.1 Caracterização geral da área.....	45
3.2 Relevo, clima, geologia e solos.....	46
3.3 Vegetação e fauna.....	47
3.4 História.....	48
3.5 Caracterização da visitação no PETAR.....	49
3.6 Metodologia de avaliação.....	53
3.6.1 Seleção de trilhas.....	53
3.6.2 Dados coletados para avaliação.....	56
4 RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	67
4.1 Descrição das condições atuais das escadas.....	67
4.2 Variáveis de influência nos impactos em escadas.....	71
5 CONCLUSÕES.....	103
REFERÊNCIAS.....	105
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	113
GLOSSÁRIO.....	117
ANEXOS.....	119

RESUMO

Fatores de degradação ambiental e elementos construtivos na avaliação e monitoramento de escadas no percurso de trilhas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

A avaliação e monitoramento de trilhas vêm sendo implantados nos últimos anos nas unidades de conservação brasileiras. No entanto, as escadas, como parte do caminho percorrido pelos usuários não são consideradas. Este tipo de infraestrutura ocorre com maior frequência em terrenos acidentados como onde se encontra o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), local selecionado para o desenvolvimento desta pesquisa. O presente trabalho teve como objetivos descrever e avaliar os fatores que colaboram na degradação dos degraus feitos com troncos de madeira; verificar se essas escadas podem ser avaliadas da mesma forma que o restante da trilha; e com base nos resultados obtidos propor um protocolo preliminar de avaliação e monitoramento deste tipo de estrutura nas trilhas em áreas naturais. Com base nas informações obtidas, procurou-se fornecer subsídio para o manejo de trilhas em áreas naturais, especialmente em unidades de conservação. A coleta de dados detalhados das escadas foi feita em julho de 2010. A análise das informações coletadas em campo mostra que: a) a extensão do segmento de escada influencia na quantidade de afundamentos nos pisos dos degraus; b) a declividade não interfere na intensidade de erosão e empoçamento; c) a ergonomia, apesar de não apresentar correlação com os impactos negativos ao meio, pode interferir na qualidade de experiência e segurança do usuário; d) a insolação interfere na quantidade de poças; e) a presença de cobertura de copas pode auxiliar na minimização de impactos de chuva; f) há a necessidade de melhor capacitação daqueles que trabalham no manejo de trilhas; e g) as escadas necessitam de avaliação e monitoramento diferenciadas do restante da trilha. Para o PETAR, foram selecionados para o protocolo preliminar de avaliação e monitoramento de escadas feitas com troncos de madeira os seguintes indicadores: 1) existência de raízes expostas; 2) rugosidade ou irregularidade do piso que dificulte o caminhamento; 3) presença de trilhas não oficiais e seu motivo; 4) largura do degrau; 5) profundidade do degrau; 6) altura do degrau; 7) distância do segmento de degraus; 8) pontos com maior afundamento no piso do degrau; 9) estruturas de drenagem bloqueadas por queda de vegetação e sedimentação; 10) presença de estrutura de drenagem no topo dos segmentos de escadas; e 11) erosão na base dos degraus.

Palavras-chave: Impacto de uso público; Manejo de trilhas; Escadas; Unidade de Conservação; Infraestrutura; Avaliação e monitoramento

ABSTRACT

Environmental degradation factors and constructive elements in the assessment and monitoring of stairs in the course of Alto Ribeira Touristic State Park pathways

The trail evaluation and monitoring have been undertaken in detail throughout Brazilian protected areas. However, stairs, as a component of the pathway used by the visitors, are not taken into account. This kind of infrastructure is present more frequently in steeper terrains as where Alto Ribeira Touristic State Park (PETAR) is located, the selected area for this research. The goals of this research were to describe and evaluate the elements that contribute to the wood stair degradation; verify if these stairs can be evaluated in the same way as the rest of the trail; and based on the results suggest a preliminary protocol to evaluate and monitor this kind of structure in natural area trails. Based on the results found, the objective is to contribute to the trail management in natural areas, especially in protected areas. The detailed data on the stairs was collected in July 2010. The analysis of the data demonstrates: a) the depression quantity on the tread was affected by the length of the stair section; b) the intensity of erosion and puddle were not affected by the tread grade; c) despite the fact that ergonomics didn't show correlation with the negative impacts, it can interfere in the quality of user experience and safety; d) the solar exposure influences the quantity of puddles; e) the presence of canopy cover can minimize raindrop impact; f) better training is needed for the staff involved in trail management; and g) the stairs need differentiated evaluation and monitoring from the rest of the trail. The following indicators were selected for the preliminary protocol to evaluate and monitor the PETAR wood stairs: 1) presence of exposed tree roots; 2) tread roughness that makes it difficult to walk; 3) presence of social trails and its causes; 4) step width; 5) step depth; 6) step height; 7) length of the stair section; 8) location of the deeper depression spots in the steps; 9) drainage structures obstructed by fallen vegetation or sedimentation; 10) presence of drainage structure at the top of the stair section; and 11) erosion in the bottom of the steps.

Keywords: Public use impact; Trail management; Stairs; Protected area; Infrastructure; Evaluation and monitoring

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Demanda nacional de viagem e lazer do tipo natureza, ecoturismo e aventura.....	28
Figura 2 -	Modelo conceitual dos fatores primários que influenciam na magnitude de impactos biofísicos no uso recreativo.....	34
Figura 3 -	Relação entre a frequência de uso e intensidade do impacto.....	34
Figura 4 -	Deslocamento lateral do solo.....	38
Figura 5 -	Compactação por pisoteio.....	38
Figura 6 -	Elementos de escadas.....	40
Figura 7 -	Escada feita com rochas.....	41
Figura 8 -	Escada feita com troncos de madeira.....	41
Figura 9 -	Localização do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR..	45
Figura 10 -	Total de visitantes em quatro núcleos do PETAR entre 2006 e 2008.	49
Figura 11 -	Principais atrativos visitados pelos entrevistados nos núcleos Santana, Ouro Grosso e Casa de Pedra.....	51
Figura 12 -	Localização da Trilha Alambari de Baixo em relação aos limites do PETAR.....	52
Figura 13 -	Sazonalidade da visitação no PETAR nos anos de 2006, 2007 e 2008.....	53
Figura 14 -	Localização das trilhas nos Núcleos Santana e Ouro Grosso.....	55
Figura 15 -	Medição de distância do segmento de escada.....	57
Figura 16 -	Medição de declividade do segmento de escada.....	57
Figura 17 -	Medição da orientação solar.....	57
Figura 18 -	Carta Solar para latitude 24°S.....	58
Figura 19 -	Avaliação da insolação.....	59
Figura 20 -	Profundidade (p) e altura (a) do degrau.....	59
Figura 21 -	Verificação da presença de poça nos degraus do segmento de escada.....	60
Figura 22 -	Verificação de erosão na base dos degraus do segmento de escada	60
Figura 23 -	Medição da distância do trecho da profundidade (PCA) e largura	60

(LCA) com depressão.....	
Figura 24 - Uso de bandeira com haste de metal e fio de náilon com marcação a cada 5 cm.....	61
Figura 25 - Medição do perfil (em vermelho hachurado) de afundamento da largura e profundidade de cada degrau.....	61
Figura 26 - Detalhe dos elementos do tubo de observação de copa de árvores...	64
Figura 27 - Manuseio do tubo de observação.....	64
Figura 28 - Esquema de levantamento da cobertura de copa sobre os degraus..	65
Figura 29 - Subdivisão da profundidade do piso do degrau.....	66
Figura 30 - Subdivisão da largura do piso do degrau.....	66
Figura 31 - Degraus feitos com troncos de seção retangular e estacas.....	68
Figura 32 - Degraus altos e erosão na base.....	69
Figura 33 - Segmento descartado.....	69
Figura 34 - Erosão em base de degrau no Núcleo Ouro Grosso.....	76
Figura 35 - Efeito de turbilhonamento no processo erosivo.....	77
Figura 36 - Porcentagem de segmentos de escadas por orientação solar, por trilha avaliada.....	78
Figura 37 - Exemplo de gráficos da profundidade (acima) e largura (abaixo) dos degraus.....	79
Figura 38 - Em vermelho a situação atual, com vala acompanhando o lado esquerdo da trilha, para quem sobe a mesma, e em azul como deveria ser se cumprisse critérios técnicos construtivos.....	81
Figura 39 - Vista superior do sistema de drenagem de uma trilha em ziguezague.....	82
Figura 40 - Escada acompanhando a topografia.....	82
Figura 41 - Escada em linha de queda d'água.....	82
Figura 42 - Três tipos principais de afundamento.....	83
Figura 43 - Dendrograma das trilhas estudadas pelo Método das Distâncias Médias.....	86
Figura 44 - Drenagem lateral, permitindo que a água siga seu curso natural.....	87
Figura 45 - Vala de drenagem transversal à trilha.....	87

Figura 46 - Borda crítica de uma trilha.....	87
Figura 47 - Situação com borda crítica obstruída e rastro de caminho da água....	87
Figura 48 - Variáveis relacionadas à criação de desvios na lateral das escadas..	89
Figura 49 - Porcentagem de degraus com medidas (altura e profundidade) adequadas nas trilhas estudadas.....	91
Figura 50 - Ficha de campo para levantamento de impactos em escadas – Modelo 1.....	101
Figura 51 - Ficha de campo para levantamento de impactos em escadas – Modelo 2.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Dados disponíveis sobre visitação pública e monitoramento de impactos de visitação em Parques do Estado de São Paulo.....	29
Tabela 2 -	Questionários aplicados aos visitantes nas trilhas do PEIb pelo Programa Trilhas de São Paulo.....	30
Tabela 3 -	Impactos potenciais em trilhas.....	36
Tabela 4 -	Indicadores recorrentes em pesquisas de impactos negativos em trilhas.....	37
Tabela 5 -	Número de visitas a atrativos no período de janeiro a agosto de 2009.....	50
Tabela 6 -	Trilhas selecionadas para a pesquisa.....	54
Tabela 7 -	Variáveis que podem causar danos às escadas em trilhas dos núcleos Santana e Ouro Grosso no PETAR analisados através do Coeficiente de Correlação de Spearman.....	72
Tabela 8 -	Localização dos pontos de maior afundamento no perfil da largura dos degraus.....	80
Tabela 9 -	Relação de trilhas com degraus sem afundamento e localização na linha de queda d'água.....	85
Tabela 10 -	Varição das larguras dos degraus das escadas em cm.....	90
Tabela 11 -	Comparativo de avaliações físicas das trilhas e escadas em trilhas	92
Tabela 12 -	Indicadores das escadas e seus padrões.....	93
Tabela 13 -	Descrição dos indicadores selecionados para avaliação e monitoramento de escadas feitas com troncos de madeira.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

EMBRATUR – Instituto Brasileiro de Turismo

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FF – Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo

GPS – *Global Positioning System*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IF – Instituto Florestal

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NWPS – *National Wilderness Preservation System*

PEIb – Parque Estadual de Ilhabela

PETAR – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

RAPPAM – *Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management*

SIEFLOR – Sistema Estadual de Florestas

SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

UC – Unidade de Conservação

USDA - *United States Department of Agriculture*

1 INTRODUÇÃO

As áreas naturais protegidas no Brasil têm recebido cada vez mais um número maior de visitantes, o que acarreta também no aumento do desafio para equilibrar a relação de impactos de uso, como a visitação, e a proteção dos recursos naturais. Em parques nacionais, categoria de unidade de conservação (UC) que possui como um dos objetivos primários propiciar a recreação ao ar livre, houve um aumento de visitação de cerca de 50% entre os anos 2000 e 2005, principalmente devido ao maior controle do número de visitantes, melhoria nas infraestruturas em algumas unidades e maior divulgação (BRASIL, 2007).

Com o crescimento da divulgação por projetos como Ecoturismo na Mata Atlântica e Programa Trilhas de São Paulo, existe a tendência de aumento de visitação nos Parques, principalmente aqueles envolvidos nesses projetos. O ecoturismo foi eleito pela Secretaria do Meio Ambiente (SMA) em conjunto com a Fundação Florestal (FF) como um dos 21 projetos ambientais estratégicos, visando consolidar o ecoturismo como estratégia de conservação e preservação da natureza (SÃO PAULO, 2010d). O Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) faz parte de ambos os projetos.

Dentro desse contexto, ações de manejo eficientes são imprescindíveis para que esse equilíbrio entre a qualidade de experiência e a proteção dos recursos naturais seja alcançado. Dificuldades no manejo em parques são muitos - escassez de recursos, treinamento deficiente, alta rotatividade de funcionários e falta de políticas consistentes e continuadas (PASSOLD; MAGRO; COUTO, 2004).

Nos EUA, onde existe um maior número de pesquisas e ações relacionadas a monitoramento de impactos de visitação, verifica-se, segundo levantamento feito por Cole e Wright (2004), que em 625 áreas naturais levantados apenas 9% possuíam avaliação das condições das trilhas, tais como classes de condições ou medições de profundidade e erosão. Os mesmos autores observam também a necessidade da padronização das informações. Além disso, Colistra e Flood (2005) afirmam que mesmo em áreas protegidas que possuem dados de monitoramento, a sua qualidade é muitas vezes questionável.

Desta forma, pretende-se com este trabalho fornecer dados que auxiliem no manejo de áreas naturais protegidas que possuem uso público, avaliando-se as

escadas feitas com troncos de madeira nas trilhas de maior visitação do PETAR. Esse projeto tem por finalidade verificar se as escadas podem ser avaliadas da mesma forma que o restante da trilha, avaliar os fatores que modificam as condições das escadas e por fim explorar a possibilidade da criação de protocolos de avaliação de escadas no percurso de trilhas.

Preende-se abordar também a importância da multidisciplinaridade no planejamento e manejo de UCs. Magro (2009) aponta que o trabalho com uso público, referente à pesquisa e implantação de programas e estruturas, envolve a combinação de pelo menos duas grandes áreas, como por exemplo, profissionais de ciências biológicas trabalhando juntamente com outro de ciências humanas. Complementando, segundo Takahashi (2002), no perfil de chefes de UCs aparecem com frequência profissionais com formação em agronomia, engenharia florestal, biologia e geografia.

Apesar do tema conservação da natureza estar aparentemente mais relacionado a áreas biológicas, a sua efetividade muitas vezes depende de outras áreas – profissional da área de ciências humanas lidando com questões sociais da comunidade do entorno, arquitetos e engenheiros planejando infraestrutura e programas de gestão, entre outros.

É comum observar a boa vontade dos profissionais envolvidos nas mais diversas atividades de uma UC, no entanto, se o mesmo for responsável pela infraestrutura, por exemplo, precisa ter conhecimentos mínimos sobre o assunto, não somente a execução, mas também os princípios envolvidos para seu adequado desempenho e cumprimento dos objetivos da unidade. Este trabalho pretende expor também a importância de profissionais apropriados para o manejo de infraestruturas como trilhas que historicamente veio sendo tratado como algo rústico e sem necessidade de técnicas e estudos específicos.

1.1 Objetivos e Hipóteses

Atualmente, trabalhos relacionados ao manejo de trilhas e em especial o monitoramento de impactos oriundos do uso recreacional vêm aumentando no Brasil. No entanto, pouco se comenta sobre uma das estruturas comumente utilizadas durante o seu percurso, as escadas. O desenho adequado desta estrutura possibilita o acesso a locais com grande declividade, mas se mal planejados e implantados acarretam em efeitos negativos para o ambiente através de erosão severa e mais ainda para a segurança dos usuários. Isso se deve principalmente ao fato de que até recentemente o desenho de trilhas com o auxílio do conhecimento de especialistas não era visto como algo relevante dentro do manejo de unidades de conservação.

Esta pesquisa visa fornecer subsídio para o planejamento, implantação e monitoramento de trilhas em unidades de conservação de forma a minimizar os impactos de sua existência e uso, analisando-se especificamente as escadas, um elemento importante também para promover conforto, segurança e qualidade de experiência ao visitante. As escadas são estruturas importantes que auxiliam a transposição de terrenos acidentados como é o caso do PETAR. Um desenho inadequado prejudica tanto visitação como as atividades de resgate em caso de acidentes que ocorrem com certa frequência no local.

Diante dessa situação os objetivos desta pesquisa focam em dois pontos principais: i) verificar a possibilidade de avaliação de impactos físicos em escadas utilizando metodologias já reconhecidas para análise das condições de trilhas em estudos de monitoramento ambiental e ii) elaborar um protocolo preliminar de avaliação e monitoramento de escadas no percurso de trilhas em áreas naturais.

Hipóteses:

H_a A distância total da rampa, na qual está inserida a escada, interfere na intensidade de erosão e empoçamento.

H_b A declividade interfere na quantidade de impactos de erosão em escadas.

H_c Qualidade ergonômica influencia no nível de impactos físicos em escadas.

H_d A insolação interfere na necessidade de ações específicas de manejo.

A escolha do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira se deve ao fato de estar em um momento muito propício para discussão de seu manejo, o da construção de seu Plano de Manejo, 52 anos após a sua criação, e pelos investimentos que vem recebendo de projetos da Secretaria do Meio Ambiente em conjunto com a Fundação Florestal do Estado de São Paulo. O PETAR é um dos parques escolhidos para implementação de ações para consolidar o uso público em unidades de conservação de proteção integral, o Projeto de Ecoturismo na Mata Atlântica e o Programa Trilhas de São Paulo

O Parque possui grande potencial de visitação pelos seus atrativos - cavernas, rios, cachoeiras, mata preservada - e uma vasta gama de atividades nestes locais (caminhada, rapel, espeleoturismo, entre outros.). Além disso, faz parte da Mata Atlântica, com cerca de 97% de sua formação devastada, e bioma no qual vive 62% da população brasileira (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Desta forma, o PETAR, atualmente, possui grande potencial para investimentos no seu manejo a curto e médio prazo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Uso público e seu manejo em unidades de conservação

Os parques, categoria de unidade de conservação na qual se enquadra o PETAR, podem ser nacionais, estaduais ou municipais, com finalidade de resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. Nessa categoria podem ser realizadas pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades educacionais e recreativas (BRASIL, 2004; SÃO PAULO, 2010d). A visitação em parques representa um instrumento essencial de aproximação da sociedade à natureza, de sensibilização quanto à importância da conservação dos ambientes e processos naturais, não dependendo da atividade praticada dentro da UC (BRASIL, 2006a).

O Plano de Manejo é um instrumento de planejamento importante para a unidade de conservação. Dos 37 parques estaduais do Estado de São Paulo, nove possuem planos de manejo concluídos, quatro estão em análise no CONSEMA e três em elaboração (SÃO PAULO, 2010c). Nota-se que os planos de manejo concluídos (24% do total) dos parques estaduais de São Paulo são relativamente recentes, dois planos em 2003, um plano em 2006, três planos em 2008 e três planos em 2009.

No entanto, Pádua (2010) adverte que os planos de manejo não resolvem todos os problemas de uma unidade por si só, e que não há a necessidade de implementação de uma só vez, ou que tudo tenha altos custos. As infraestruturas previstas nos planos de manejo costumam ser muito complexas, perto do ideal, mas a autora lembra que o objetivo primeiro para receber visitantes é mostrar os atributos naturais do parque e com auxílio de interpretação ambiental sensibilizar as pessoas, fazendo com que estes passem a defendê-los. Além disso, a realidade de implementação vivida atualmente pelos Parques Nacionais e Estaduais está longe do ideal, sendo necessário improvisar e inovar para despertar interesse da população.

Ressaltando a questão da infraestrutura, foco deste trabalho, segundo IBAMA (2007), através do método Rappam (*Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management*) que consiste na avaliação rápida e priorização do manejo das

unidades de conservação, cita entre os parâmetros de atividades que impactam negativamente os parques nacionais, a construção de infraestruturas e o conjunto turismo e recreação. Na questão da infraestrutura, avaliação e monitoramento também são itens que precisam ser melhorados nos quesitos efetividade de gestão e insumos. Por fim, a implantação e manutenção da infraestrutura, monitoramento dos resultados alcançados são parte dos indicadores que mais necessitam de ações para que a gestão seja mais efetiva.

Acrescenta-se ainda o crescimento da demanda turística relacionada a áreas naturais, sendo o Brasil um dos países mais completos para a prática de atividades ligadas ao ecoturismo (EMBRATUR, 2002). Essa tendência de crescimento da demanda nacional cujo motivo de viagem a lazer é natureza, ecoturismo e aventura é apresentada na Figura 1.

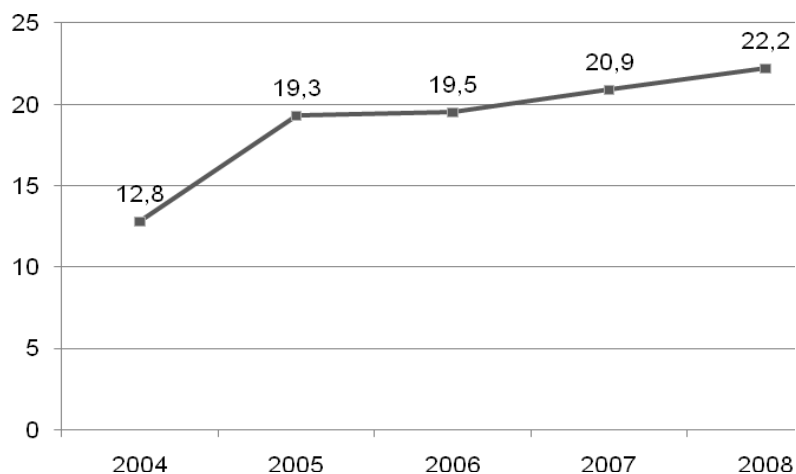


Figura 1 – Demanda nacional de viagem a lazer do tipo natureza, ecoturismo e aventura
Fonte: BRASIL, 2010

Desta forma, nota-se a necessidade da ampliação de estudos sobre formas de manejo das infraestruturas por pesquisas relacionadas a impactos de uso como a visitação, estudos de técnicas mais adequadas, busca de práticas sustentáveis (economia, uso racional de recursos naturais, funcionalidade), formas de avaliação, monitoramento e manutenção eficientes.

Especificamente em relação à criação de trilhas, estas são quase sempre fruto do reaproveitamento de caminhos existentes para variados fins - transporte de mercadorias; atividades de lavoura; acesso para caça e extração de vegetação; acesso

à mineração; uso de atrativos naturais como cachoeiras, poços, praias; acesso entre comunidades; entre outros. Tem-se como exemplo as trilhas dos Parques Estaduais Intervales, Turístico do Alto Ribeira (PETAR) e da Serra do Mar (SÃO PAULO, 2006, 2008a, 2011). Portanto, essas trilhas em geral não foram projetadas com o intuito de atender a visitação pública nem de minimizar impactos ao meio ambiente, fato que enfatiza a necessidade de trabalhos e pesquisas de forma a atender os usos atuais.

O monitoramento de impactos de visitação em trilha de unidades de conservação ainda é incipiente no país, mesmo dados de visitação, que influenciam na análise de impactos, ainda se mostra bastante precário, com falta de dados, descontinuidade do processo, falta de informações a longo prazo e falta de uniformidade na coleta de dados. Os principais fatores que levam a essa dificuldade costumam ser a falta de pessoal, capacitação, formulários simplificados e de fácil preenchimento, uniformização de procedimentos no parque e infraestruturas como guaritas (SÃO PAULO, 2003a, 2003b, 2006, 2008a, 2008b, 2009b, 2011).

Na Tabela 1 observa-se a falta de sistematização de dados relacionados à visitação pública. Ocorre também a falta de uniformidade de dados entre as unidades. O monitoramento e capacitações ocorrem apenas no Parque Estadual Intervales.

Tabela 1 – Dados disponíveis sobre visitação pública e monitoramento de impactos de visitação em Parques do Estado de São Paulo

Parques	Dados de Visitação (anos)	Identificação do período	Dados do perfil de visitantes sistematizado	Monitoramento de impactos de visitação	Capacitações
PE do Morro do Diabo	14	1989 a 2002	Não	Não	Não
PE de Porto Ferreira	12	1992 a 2003	Pouco	Não	Não
PE da Cantareira	6	2002 a 2007	Pouco	Não	Não
PE Carlos Botelho	7	2000 a 2006	Não	Não	Não
PE Intervales	10	1997 a 2006	Sim	Sim	Sim
PE da Serra do Mar	...	...	Não	Não	Não
PE Turístico do Alto Ribeira	3	2006 a 2008	Não	Não	Não

Fonte: (SÃO PAULO, 2003a, 2003b, 2006, 2008a, 2008b, 2009b, 2011).

Segundo Robim (1999), apesar de diversos países estarem estudando e avaliando impactos causados pelo uso recreativo desde os anos 60, no Brasil a maioria das UCs sofre com falta de planejamento, de pessoal e de equipes qualificadas para coordenação e implantação dos programas de manejo. Por consequência, os estudos sobre impactos de visitação e manejo do uso público são escassos.

No Brasil, em 1981, na análise feita sobre os planos de manejo dos parques nacionais brasileiros pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) era apontada a falta de informações sobre o efeito do uso recreacional sobre os recursos da área (MAGRO, 1999), o que reforça a escassez de informações sobre os impactos de visitação.

Em 2008, a Secretaria do Meio Ambiente em conjunto com a Fundação Florestal consolidou o Projeto de Ecoturismo na Mata Atlântica para as unidades de conservação do Sistema Estadual de Florestas (SIEFLOR). O projeto tem como objetivo contribuir na estruturação e promoção de serviços e atividades de lazer para visitação nos Parques, além de apoiar a consolidação da cadeia produtiva do turismo no entorno das unidades e fortalecer a gestão pública para o ecoturismo nas UCs. Foram contemplados os parques estaduais na região da Mata Atlântica – Carlos Botelho, Intervales, PETAR, Caverna do Diabo, Ilha do Cardoso e Ilhabela.

Mesmo com o início de ações do Programa Trilhas de São Paulo da SMA, vê-se após a sua implantação uma série de dificuldades, como pode ser constatado no Parque Estadual de Ilhabela (PEIb). Apesar da existência de um formulário padrão sobre pesquisa de satisfação dos visitantes, a quantidade de questionários aplicados (Tabela 2) não possui valor estatístico além de demonstrar baixo esforço de amostragem aparente.

Tabela 2 – Questionários aplicados aos visitantes nas trilhas do PEIb pelo Programa Trilhas de São Paulo

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2009	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6
2010	5	6	2	4	14	0	0	0	0	...	...	...

Fonte: Arquivo PEIb

Os esforços são visíveis como o desenvolvimento recente de dois manuais operacionais para a gestão das atividades de uso público nos parques estaduais de São Paulo, o Manual de Construção e Manutenção de Trilhas (SÃO PAULO, 2009a), um documento traduzido e adaptado do manual do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, e o Manual de Monitoramento e Gestão dos Impactos da Visitação em Unidades de Conservação (SÃO PAULO, 2010a), mas a efetividade do manejo de trilhas ainda está longe de ser uma realidade.

Mesmo nos Estados Unidos onde estudos sobre trilhas ocorrem há muito tempo, segundo levantamento de Cole e Wright (2003) das 625 áreas naturais da *National Wilderness Preservation System* (NWPS), apenas 4% possuíam levantamento de todas as trilhas dentro de sua área. E em relação a técnicas de amostragem de impactos nas trilhas, 3% faziam medições contínuas de impactos ao longo de toda a trilha; 2% faziam medições contínuas ao longo de amostragens de segmentos de trilhas; e 4% faziam medições de pontos de amostragem ao longo da trilha. Já no caso de características dos dados, 4% são referentes à severidade dos impactos; 4% sobre extensão espacial do impacto; 2% sobre categorias de condições sem medições; e 2% de fatos pontuais sem informações quantitativas.

O monitoramento é uma ferramenta importante, pois pode fornecer tendências sutis de alterações no meio, servindo de alerta e provendo tempo para que ações corretivas sejam tomadas, evitando danos severos ou impactos negativos irreversíveis (LEUNG; MARION, 2000).

Trilhas podem ser fontes consideráveis de impactos ao meio - no local com compactação de solo, diminuição da infiltração natural da água, pela abertura de corredores de clareiras, pela exclusão de vegetação, no entorno com deslocamento de sedimentos, nutrientes, alteração de ecossistemas, entre outros. Visto que a unidade de conservação de categoria Parque tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, segundo artigo 11 do SNUC (BRASIL, 2004), as trilhas em unidades de conservação deveriam ser planejadas de forma a causar mínimo impacto ao meio ambiente, respeitando a características naturais de cada local.

O planejamento não deve se basear apenas em roteiros turísticos, que para se adequar ao tempo e distância ideal para o turismo, propõe traçados que além de ser inadequados aos visitantes com declividades excessivamente acentuadas causam grandes danos ao ecossistema local e do entorno com erosões relevantes, por exemplo. Os prejuízos não são apenas ao meio ambiente, mas também à unidade de conservação que terá que arcar com altos custos de manutenção e/ou recuperação de áreas impactadas. Áreas públicas são mantidas com recursos públicos da Secretaria de Meio Ambiente, no caso das UCs estaduais, a partir de prioridades definidas em cada gestão governamental. Gastos não previstos podem ter grande demora para sua alocação prejudicando o alcance dos objetivos das áreas protegidas.

2.2 Estudos dos efeitos da visitação em trilhas

Os impactos negativos relacionados a trilhas de uso para visitação pública ocorrem devido a uma combinação de ações antrópicas e naturais. Muitas vezes torna-se difícil a distinção entre o que é puramente resultado de ação humana e o que faz parte de um processo natural. De fato, a própria criação da trilha para visitação representa a primeira fase de impactos ao meio, principalmente através de pisoteio e/ou supressão de vegetação, exposição e compactação do solo. No entanto, em trilhas de visitação intensa, esse tipo de efeito é aceito e entendido como uma forma de manejo uma vez que direciona o uso para um local específico e preparado, previsto nos planos de manejo.

A forma como é planejada e implantada uma trilha e a infraestrutura relacionada a ela (traçado, ergonomia, estruturas de drenagem, sinalização, entre outros) também influem na magnitude dos impactos. Podem ser citados alguns exemplos de situações problemáticas como trilhas com declividades excessivas, uso exagerado de escadas sem necessidade, trilhas localizadas em linha de queda d'água do terreno, localizadas em áreas planas sem projetos de drenagem adequados ou em ambiente sensíveis.

Ao se criar uma trilha por pisoteio ou construir percurso mais estruturado, mesmo sem seu uso posterior, pode ocorrer uma série de impactos negativos à própria

trilha e ao seu entorno. Tem-se exemplos como a erosão pluvial, erosão eólica (não se aplica nesta pesquisa), alteração da composição e densidade de espécies, fragmentação de habitat, assoreamento, sedimentações e contaminação de corpos d'água. Esses fatores também podem estar relacionados ou serem intensificados de acordo com o tipo de solo e clima da região.

O uso antrópico desta mesma trilha para diversos fins como visitação, pesquisa, fiscalização e treinamento, somam-se aos impactos citados anteriormente outros como: afundamento do piso por compactação ou deslocamento do solo; abertura de trilhas não oficiais (por projeto inadequado da trilha, pela existência de obstáculos, por falta de sinalização, falta de infraestrutura, etc); alargamento de trilha (por comportamento do usuário, desvio de obstáculos, tamanho de grupo, quantidade de uso); vandalismo à biota; descarte de lixo ou dejetos; alteração do comportamento de fauna (por emissão de sons, oferecimento de alimentos e aproximação).

Apesar da dificuldade em isolar os elementos causadores de impactos e mesmo em reduzir a subjetividade principalmente na coleta de informações, vários estudos vêm sendo desenvolvidos de forma a aperfeiçoar a compreensão e buscar melhores caminhos para a minimização dos mesmos. Enquanto as alterações na própria trilha prejudicam a experiência e a segurança do visitante, fora dela, muitas vezes, os impactos são complexos e de difícil mensuração – assoreamento, contaminação de corpos d'água, alteração de ecossistemas, alteração no comportamento de fauna e flora, entre outros.

Segundo MONZ e LEUNG (2006), nem todos os indicadores identificados devem ser utilizados em programas de monitoramento. É preciso considerar fatores como custo monetário, recursos humanos, complexidade do protocolo de medição, e prioridade no manejo da UC. Ainda complementam que uma das medições essenciais no monitoramento da visitação são o uso e a distribuição que pode ser observado na Figura 2 ilustrada por Cole (2004). Esse tipo de distribuição costuma ser prioridade aos gestores, mas deve ser interpretada com cautela, pois é mais relevante quando combinado com medições das condições do meio.

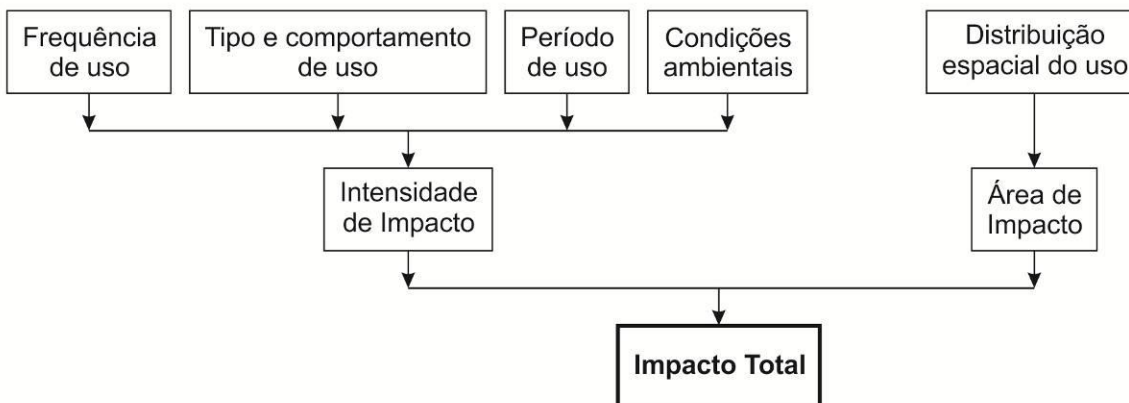


Figura 2 – Modelo conceitual dos fatores primários que influenciam na magnitude de impactos biofísicos no uso recreativo
Fonte: Cole (2004)

Um ponto importante é a relação curvilínea entre a frequência de uso e a quantidade de impacto (Figura 3), resultado de vários estudos, utilizando metodologias variadas e conduzidas em diferentes ecossistemas e tipos de recreação (COLE, 2004).

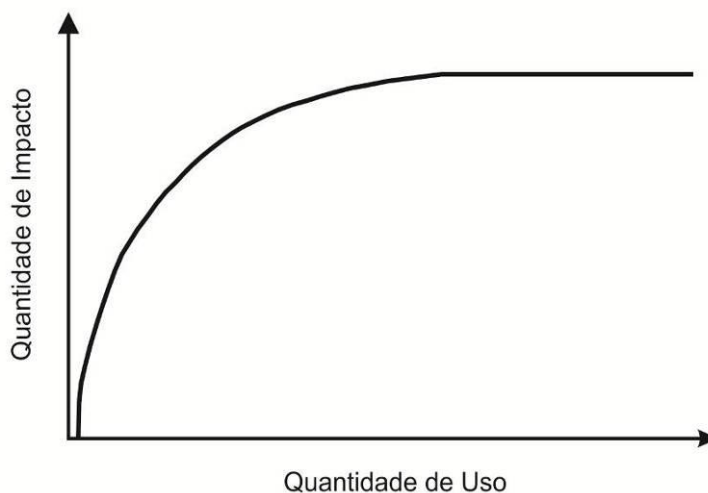


Figura 3 – Relação entre a frequência de uso e intensidade do impacto
Fonte: Cole (2004)

Existe uma ampla gama de possíveis indicadores de impactos ecológicos e sociais em áreas naturais segundo Graefe, Kuss, Vaske (1990):

Impactos físicos: Densidade, drenagem, compactação, química, pH e produtividade do solo; quantidade e profundidade de serrapilheira; área central estéril; área de solo nu; área total de acampamento; número de estruturas para fogueiras; tamanho das estruturas para fogueiras; número de trilhas sociais e erosão visível.

Impactos biológicos: fauna do solo e microflora, percentagem de perda de cobertura vegetal, diversidade de espécies vegetais, altura da vegetação, extensão de vegetação doente, número de plântulas, abundância de espécies silvestres, frequência de observação de fauna silvestre, sucesso na reprodução de fauna silvestre, densidade de cobertura vegetal do solo, composição de espécies de plantas, proporção de vegetação de exótica, vigor de espécies de vegetação selecionadas, extensão de danos às árvores (mutilação, marcações), raízes expostas de árvores, presença/ausência de fauna silvestre selecionada, diversidade de fauna silvestre.

Impactos sociais: número de encontros com outras pessoas por dia, número de encontros por meio de transporte, número de encontros com outros grupos por dia, número de encontros por tamanho de grupo, número de encontros por tipo de atividade, número de encontros por local, percepção do visitante sobre impacto ao meio, satisfação do visitante, relatos de visitantes sobre comportamento indesejável de outros visitantes, percepção do visitante em relação à aglomeração, número de reclamações de visitantes, quantidade de lixo na área.

Lechner (2006) sugere para o monitoramento de trilhas especificamente, a junção dos impactos físicos e biológicos, agrupando-os em impactos biofísicos, e contempla os impactos sociais. Além disso, inclui os impactos potenciais ambientais ou de uso sobre as condições das trilhas. Na Tabela 3 a divisão dos impactos e os respectivos indicadores sugeridos pelo autor.

Tabela 3 – Impactos potenciais em trilhas

Impactos Potenciais nas Trilhas		
Biofísicos	Sociais	Ambientais ou de uso
Erosão e transporte de solo	Conflitos entre visitantes	Alargamento do corredor da trilha
Contaminação de corpos d'água por sedimentação	Conflitos entre comunidades e visitantes	Alargamento do piso da trilha
Perda de vegetação ao longo da trilha	Presença de lixo	Usos múltiplos ou sobreposição de uso
Introdução de espécies invasoras ao longo da trilha	Insatisfação do visitante	Perda de borda crítica da trilha (drenagem inadequada)
Mudança na composição das espécies	Uso das trilhas para atividades ilegais ou indesejáveis (caça, extração ilegal, etc.)	Ruptura do talude
Perturbações / deslocamento da vida silvestre	Alargamento da trilha contornando obstáculos (lamaçais, pisos irregulares), ou pelo comportamento	Aprofundamento do leito da trilha
Fragmentação de habitats	Vandalismo	Entupimento dos drenos, barragens de água, bueiros, valas por sedimentos
	Uso indevido, não ordenado ou intensivo por comunidades locais	Danos em barragens de água
		Inundação do piso da trilha
		Uso indevido, não ordenado ou intensivo por comunidades locais
		Resíduos ou entulho na trilha
		Deterioração de equipamentos – fundação de pontes, corrimões, superfície de deques, sinalização, degraus, muros de contenção

Fonte: Lechner (2006)

Dentre a variedade de indicadores, alguns são mais presentes em pesquisas de monitoramento de impactos de uso público em trilhas para visitação, como ilustra a Tabela 4.

Tabela 4 – Indicadores recorrentes em pesquisas de impactos negativos em trilhas

Indicadores	Autores em ordem cronológica
Declividade	MAGRO, 1999; BONATI <i>et al.</i> , 2006; VASCHCHENKO <i>et al.</i> , 2008
Área da seção transversal	TROTTIER; SCOTTER, 1975 (apud COLE, 1983); COLEMAN, 1977 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); LEONARD; WHITNEY, 1977 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); RINEHART <i>et al.</i> , 1978 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); COLE, 1983; MAGRO, 1999
Erosão	SUMMER, 1980 (apud COLE, 1983); MARION, 1994, 1997 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); WALLIN; HARDIN, 1996 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); LEUNG <i>et al.</i> , 1997 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); FARREL; MARION, 1999 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); MAGRO, 1999; PASSOLD, 2002; RIBEIRO, 2006; VASCHCHENKO <i>et al.</i> , 2008
Compactação	SUMMER, 1980 (apud COLE, 1983); TAKAHASHI, 1998; MAGRO, 1999; CARVALHO <i>et al.</i> , 2000
Largura	TROTTIER; SCOTTER, 1975 (apud COLE, 1983); MAGRO, 1999; PASSOLD, 2002; RIBEIRO, 2006; VASCHCHENKO <i>et al.</i> , 2008;
Rochas e raízes expostas	TROTTIER; SCOTTER, 1975 (apud COLE, 1983); LEUNG, 1998; PASSOLD, 2002; RIBEIRO, 2006; VASCHCHENKO <i>et al.</i> , 2008;
Trilhas sociais	BAYFIELD; LLOYD, 1973 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); LEUNG, 1998; MAGRO, 1999; PASSOLD, 2002; ZELLER, 2004; RIBEIRO, 2006; PASSOLD, 2008
Conjunto de fatores depreciativos (erosão, sulcos, rochas e raízes expostas, problemas de drenagem, etc.)	BAYFIELD & LLOYD, 1973 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); COLEMAN, 1977 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); LEUNG, 1998; COLE, 1997 (apud JEWELL; HAMMIT, 2000); MAGRO, 1999; PASSOLD, 2002; ZELLER, 2004; SOUZA; MARTOS, 2008

Para este trabalho, de escadas em áreas de uso intenso, algumas variáveis não são aplicáveis e são descritas a seguir.

Compactação de solo – a compactação do solo faz parte do processo construtivo de uma trilha planejada e implantada para uso intensivo e não tem por objetivo promover um meio com características mais próximas do natural, onde a vegetação original possa se desenvolver. Dessa forma, esta variável não foi considerada neste estudo. Magro (1999) em seu trabalho conclui que a compactação é

consequência inevitável do uso pelos visitantes e é um parâmetro dispensável em avaliações futuras de impactos de visitação em trilhas.

É comum encontrar trabalhos nas quais a compactação do solo em trilha é apontada como um impacto negativo, no entanto, esta afirmação faria sentido apenas se o objetivo fosse a recuperação da área após o uso, como acontece em algumas áreas naturais nos EUA, dispersando a visitação e evitando-se a criação de caminhos fixos que dificultam a regeneração natural da área. Porém, em casos como parques que recebem uso intenso, e que o objetivo é concentrar os impactos de visitação em áreas específicas, a compactação se torna um fator neutro.

Quando o solo não é compactado durante a sua implantação em trilhas que recebem muitos visitantes podem ocorrer com maior intensidade problemas como o deslocamento lateral do solo (Figura 4) e a compactação pelo pisoteio (Figura 5), formando-se canais indesejados por onde a água passa a correr. É importante destacar que solos muito compactados podem levar a processos erosivos e isso acontece quando outros sistemas construtivos como a drenagem não são observados.

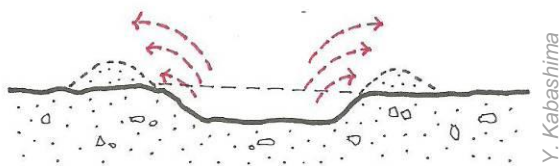


Figura 4 – Deslocamento lateral de solo

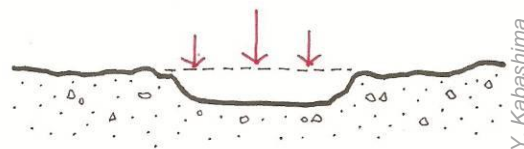


Figura 5 – Compactação por pisoteio

Outro problema é a exposição direta às gotas de chuva, deslocando o solo por efeito de salpicamento e na sequência as partículas são carregadas pela água. Quanto mais compactado e nivelado, menor a possibilidade de deslocamento das partículas de solo.

Para a proteção do piso contra efeitos da chuva, existem diferentes pontos de vista. Alguns autores como Gray e Leiser (1989), afirmam que a serrapilheira é importante para proteger o solo, sendo este fato relacionado principalmente à manutenção de condições mais apropriadas para o crescimento da vegetação que pode proteger o solo da erosão. Este material pode proteger o solo de impactos diretos de gotas, mas também podem oferecer problemas como o acúmulo de umidade,

acúmulo de matéria orgânica favorecendo a proliferação da vegetação, por vezes de grande porte, propiciando, a longo prazo, o alargamento da trilha pela criação de desvios.

Atenta-se que no caso de trilhas de uso contínuo, fazer com que a vegetação cresça na trilha não faz sentido, se a idéia é criar um corredor que incentive o visitante a utilizá-lo com um mínimo de conforto e clareza do percurso e onde se concentrem os impactos. Uma exceção é o piso de trilha com espécies vegetais propositalmente inseridos, como gramíneas resistentes ao pisoteio. Nesse caso, não há o incentivo à propagação de vegetação original, especialmente espécies arbóreas e arbustivas. E por possuir baixa altura, não cria empecilho ao usuário. No entanto, é necessário cautela no uso de espécies adequadas, principalmente em UCs.

Capacidade de recuperação da cobertura vegetal – da mesma forma que a compactação do solo, este tipo de indicador não faz sentido em locais com escadas. Em áreas onde se quer manter o aspecto primitivo e evitar a concentração de impactos, não é comum a presença de estruturas como escadas.

Solo exposto – as escadas são estruturas construídas, portanto a exposição do solo é uma consequência imediata e inevitável.

Todos os indicadores possuem sua importância, colaborando para a qualidade cada vez maior das mesmas, para metodologias de levantamento e informações sobre os efeitos do uso público em trilhas para visitação. Porém, é necessário considerar a realidade da capacidade de manejo das áreas naturais protegidas.

A escolha dos indicadores também deve levar em consideração, antes de qualquer coisa, a característica de uso da trilha – visitação intensa com concentração de uso, ou visitação esporádica com dispersão de uso. No primeiro caso a trilha é construída com maior estruturação (corte de terreno, compactação, retirada de vegetação, inclusão de estruturas de drenagem, escadas, etc.), de forma a suportar uso intenso e continuado, mas em locais pré-estabelecidos. No segundo caso, a visitação ocorre em área com características mais primitivas, onde há a intenção de permitir a regeneração natural após o uso.

Desta forma, observa-se a necessidade tanto do aprofundamento de estudos em relação aos impactos em trilhas como também dados sobre as características dos

visitantes. Robim (1999) destaca que a carência de dados bióticos e abióticos mais detalhados e pontuais assim como de informações sobre os usuários dificulta a efetivação dos planos de manejo, o que prejudica a preservação da diversidade biológica.

2.3 Escadas

As escadas, assim como as paredes, corredores e portas fazem parte dos elementos arquitetônicos de movimentação. Elas são utilizadas tanto para ligar duas áreas com desníveis quanto pavimentos distintos (SHAPAZIAN, 2006), sendo estudado nesta pesquisa o primeiro tipo.

Denomina-se piso a parte horizontal do degrau, e espelho a parte vertical, perpendicular ao piso. Neste estudo utilizam-se os termos profundidade para o piso e altura para o espelho para facilitar a compreensão, devido à existência de variáveis nas quais esses termos fazem mais sentido. Outro elemento muito presente nas escadas são os patamares, espaços no meio da escada utilizados para descanso ou para facilitar a mudança de direção (Figura 6).

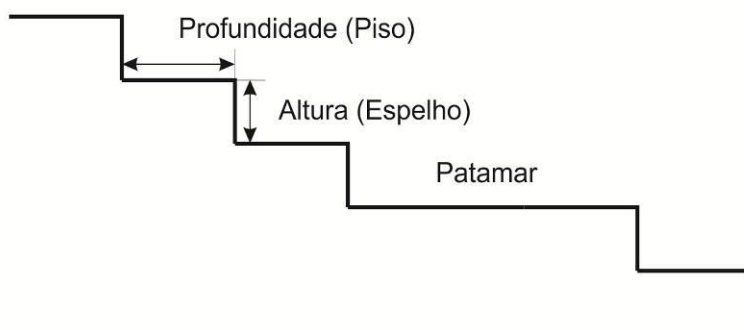


Figura 6 – Elementos de escadas

Segundo Oberg (1980), dados experimentais mostraram que a altura mais recomendável para o espelho é de 18 cm, e a profundidade do piso deve ter no mínimo 25 cm. Para as escadas com as características estudadas nesse trabalho, Maire (1965)

aponta o intervalo de declividade entre 30° a 45° como sendo recomendável. As escadas podem ser instaladas em declividades maiores, no entanto possuem características distintas às das estudadas neste trabalho.

Nas trilhas em áreas naturais as escadas são feitas, em geral, com troncos de madeira ou rochas, sendo as últimas mais duráveis e com aparência mais natural quando construídas adequadamente.

No caso das rochas (Figura 7), é necessário utilizar material com formas apropriadas e peso suficiente para que não ocorra deslocamento da mesma. O processo é bastante trabalhoso, pelo peso, dimensões e necessidade de achar melhores encaixes. As rochas devem ser parcialmente enterradas, em torno de 2/3, para que não saiam do lugar, isto é, tenham boa ancoragem, assim como estruturas como muros de contenção (LECHNER, 2006).

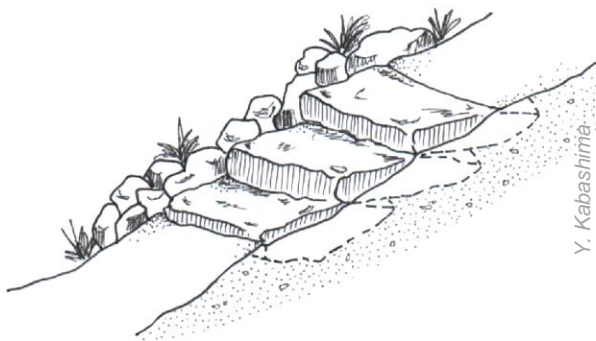


Figura 7 – Escada feita com rochas

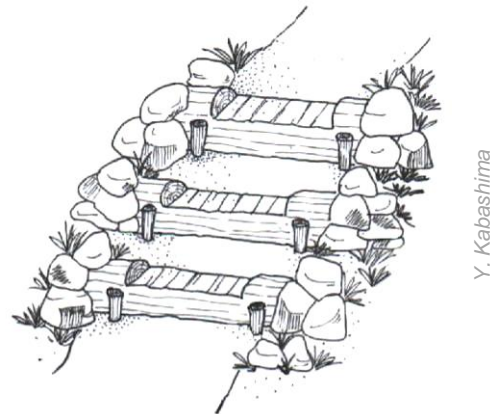


Figura 8 – Escada feita com troncos de madeira

Já as escadas com troncos de madeira (Figura 8) são mais práticas e rápidas de serem construídas, apesar de menos duráveis do que as feitas com rochas (BIRCHARD; PROUDMAN, 2000). Além disso, podem ser cortadas fora da trilha, carregadas sem muito esforço e facilmente encaixadas com o auxílio de estacas.

As estruturas em madeira são feitas com troncos inteiros, cortados ao meio ou tábuas, enterradas parcialmente e presas com duas estacas de madeira. O primeiro tipo costuma ter maior durabilidade e é possível fazer um recorte raso no local onde o usuário irá pisar, diminuindo-se a chance do usuário escorregar.

Ressalta-se a importância do tronco possuir comprimento maior que a trilha. Troncos curtos e menores que a largura da trilha permitem que a água e as pessoas

passem pelo entorno, fazendo com que a estrutura não consiga reter o solo dos degraus (BIRCHARD; PROUDMAN, 2000; DEMROW; SALISBURY, 1998).

A fim de evitar erosões nas escadas, cuidados especiais são necessários, como a instalação de estruturas de drenagem no topo do segmento de escada, inversão de declividade e leve inclinação lateral nos degraus para que a água possa escoar para fora do degrau (BIRCHARD; PROUDMAN, 2000; USDA, 2004).

Escadas devem ser construídas apenas em último caso na transposição de locais íngremes, pois restringe o tipo de usuário, como pessoas com dificuldade de locomoção e mochileiros, ou até mesmo ciclistas, cavaleiros, motociclistas, quando estes usos são permitidos (LECHNER, 2006). Além disso, quando há a presença de degraus, os usuários tendem a prestar maior atenção na estrutura do que no ambiente na qual se encontra, podendo prejudicar na qualidade de experiência, para aqueles que desejam contato maior com o meio natural.

As escadas devem ser confortáveis e bem locadas de forma a manter o usuário dentro da trilha para que se evitem os alargamentos do leito e criação de trilhas alternativas. Os praticantes de caminhada, em especial os mochileiros, geralmente não gostam de escadas e tendem a criar caminhos paralelos sempre que possível (USDA, 2004). Isso ocorre devido ao maior esforço físico e sobrecarga nos joelhos para percorrer o trecho com esta estrutura.

Ressalta-se que a presença de degraus, como nas áreas de estudo deste trabalho, é característico de trilhas com uso intenso. Esse tipo de estrutura é pouco recomendável para áreas mais primitivas, nas quais a visitação não é intensa e se quer propiciar experiências diferenciadas, como isolamento ou poucos encontros com outros usuários, maior interação com o meio natural, maior possibilidade de observação de fauna, entre outros. Além disso, essas áreas costumam ter menos manutenção, e isso pode acarretar os problemas já citados.

2.4 Contribuições da arquitetura no manejo de infraestrutura em áreas naturais

O significado mais amplo da palavra arquitetura, indicado por Benevolo (1994) apud Morris (1880) em conferência proferida pelo último no London Institution: “A arquitetura abrange o exame de todo o ambiente físico que circunda a vida humana [...] porque a arquitetura é o conjunto das modificações e das alterações introduzidas sobre a superfície terrestre, em vista das necessidades humanas.”

Segundo Gomes Filho (1995), informalmente, os conhecimentos ergonômicos surgiram com o aparecimento do homem, baseado no bom senso e por muito tempo de forma artesanal e empírica. Após a Idade Média os conhecimentos nesta área deram um salto, com os avanços da engenharia e ciência em geral. No entanto, a ergonomia nasce de forma sistematizada apenas durante a Segunda Guerra Mundial, com intuito de auxiliar na solução de problemas homem-máquina, especificamente no projeto, operação e manutenção de equipamentos militares.

A ergonomia foi introduzida no Brasil em 1958, através do professor da escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Sergio Augusto Penna Kehl, disseminando-se inicialmente através dos cursos de Engenharia de Produção, Arquitetura e Desenho Industrial (GOMES FILHO, 1995).

Dentre os objetivos da ergonomia, podem ser citados a maximização do conforto, satisfação e bem estar do homem, minimização dos custos humanos, minimização da carga cognitiva, psíquica e física, e otimização do desempenho da tarefa e rendimento de trabalho. A sua utilização é ampla, sendo aplicada em diferentes áreas de atuação e atividades humanas, seja na indústria, comércio, agricultura, transporte, setor de serviços, vida diária, entre outros (GOMES FILHO, 1995).

A trilha além de ser um acesso, representa também um ambiente de trabalho para várias pessoas, como os funcionários da instituição, prestadores de serviços como os monitores / guias e pesquisadores. Segundo Palmer (1976), qualquer pessoa está sujeita a cometer erros em suas atividades profissionais, fato que se agrava em situações de tensão. Estes erros podem desencadear em acidentes em si próprios, em outros e também às instalações e equipamentos do local, no caso desta pesquisa, o meio natural que se quer conservar e os equipamentos disponíveis para visita

pública. O autor destaca que a incidência desses erros pode ser reduzida pela aplicação da ergonomia, isto é, pela aplicação dos princípios da psicologia, fisiologia e anatomia à relação entre os homens e seu ambiente de trabalho.

Para Palmer (1976) a arte do projetista consiste no equilíbrio entre três elementos – técnico, ergonômico e estético. Também é importante considerar o tempo de vida útil e as condições ambientais.

Pela forma de avaliação deste autor, os três requisitos de uma escada em trilha teriam como elementos do projeto as seguintes características:

- Técnico (capacidade de transposição de diferentes níveis de terreno) – encaixes, forma, tamanho, resistência do material e peso;
- Ergonômico (qualidade de deslocamento) – dimensões, forma, aderência;
- Estético (aparência harmônica em relação ao meio em que se encontra) – tamanho, cor, textura, material, forma.

Desta forma, a qualidade de projetos de infraestrutura com escada pode representar um ganho dos prestadores de serviço, pelo menor desgaste físico e danos a saúde e proporcionar qualidade de experiência ao visitante.

Pode-se perceber, assim, que as escadas nos percursos das trilhas possuem muito mais detalhes a serem considerados do que normalmente se imagina, e fica clara a importância da contribuição de áreas como a arquitetura para estruturas aparentemente tão simples.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização geral da área

O Parque Estadual do Alto Ribeira (PEAR) foi criado em 19 de maio de 1958 pelo Decreto Estadual 32.283/58. Pela Lei 5.973, de 28 de novembro de 1960, passa a receber a denominação de PETAR (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira) pela grande quantidade de atrativos naturais (LINO; MOURÃO, 2003a). Possui área de 35.772,5 ha e localiza-se no extremo sul do estado de São Paulo (Figura 9), nos municípios de Apiaí e Iporanga, entre as coordenadas geográficas (UTM WGS 84, zona 22) X: 121.107 a 149.175 e Y: 7.310.380 a 7.269.684, a cerca de 350 km da capital (SÃO PAULO, 2011).

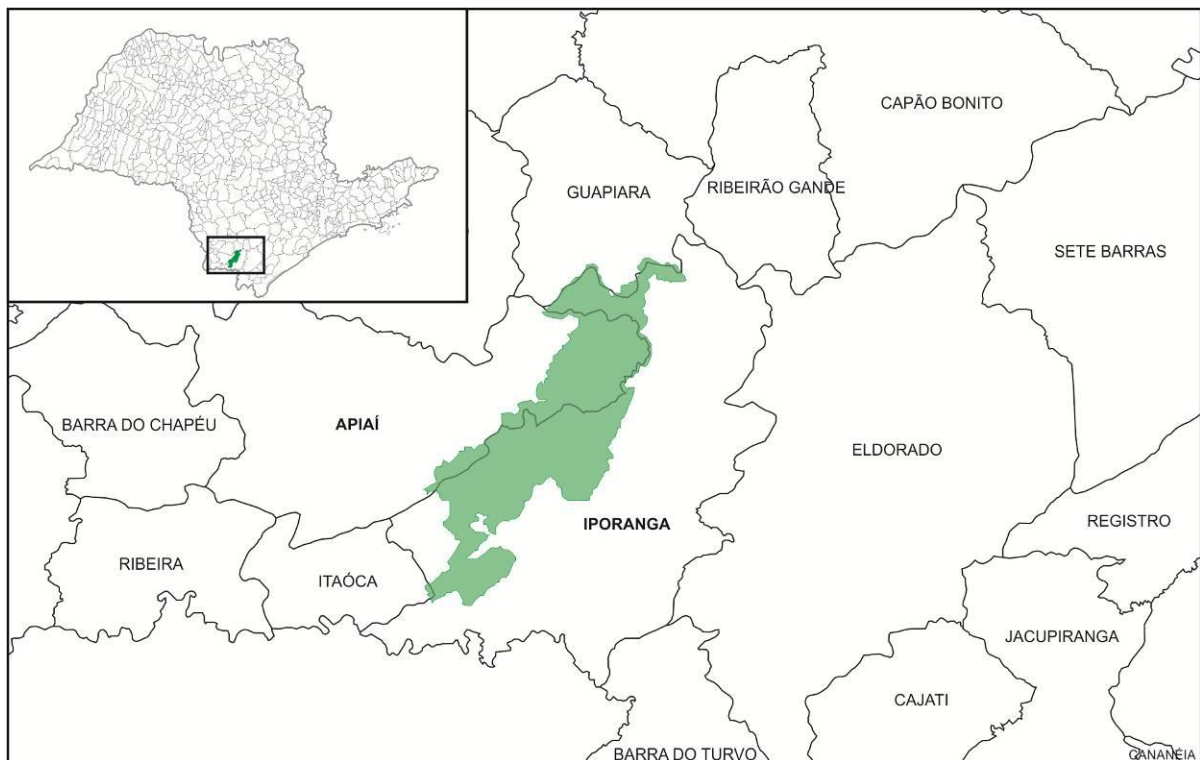


Figura 9 – Localização do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR
Fonte: SÃO PAULO, 2011

No Vale do Ribeira encontram-se os maiores remanescentes de Mata Atlântica, bioma cuja composição original de 1.315.460 km² conta com aproximadamente 7,91%

deste total (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). O PETAR faz parte do contínuo ecológico de Paranapiacaba, juntamente com os Parques Estaduais Carlos Botelho, Intervalos e Estação Ecológica de Xitué, APA dos Quilombos e parte da APA Serra do Mar, totalizando mais de 120.000 ha de florestas, além de ser uma das áreas mais bem conservadas de Mata Atlântica no país. De acordo com Lino e Mourão (2003a), o Parque se encontra em região de floresta exuberante, ampla biodiversidade, abundância de recursos hídricos e maior concentração de cavernas do Brasil, cerca de 300. Essas características fizeram com que a região se tornasse local de grande interesse turístico.

O Parque possui, atualmente, quatro núcleos de visitação – Santana, Ouro Grosso, Caboclos e Casa de Pedra; e sem visitação as bases - Areado, Capinzal e Bulha d'Água. Os principais atrativos são as cavernas, no entanto existe uma ampla gama de atividades para os visitantes – trilhas, banhos em rios, piscinas naturais e cachoeiras, contemplação de cachoeiras e paisagem (mirantes), centro de visitantes, casa de farinha (construção tradicional de pau-a-pique), rapel, entre outros.

O estudo foi conduzido nos Núcleos Santana e Ouro Grosso, locais de maior visitação, mais estruturados e com maior controle de visitantes. Estes núcleos estão localizados próximos ao Bairro da Serra, na estrada SP 165 que liga os Municípios de Iporanga e Apiaí.

3.2 Relevô, clima, geologia e solos

O PETAR está localizado nas escarpas da Serra de Paranapiacaba e possui relevante amplitude altitudinal, partindo de 80 m junto ao rio Iporanga a 1.150 m. As maiores amplitudes de relevo estão nos vales dos principais rios que cruzam o Parque (ING-ONG; WWF-BRASIL, 2002).

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa – temperado úmido com verão quente, inexistência de estação seca e total de chuvas no mês mais seco superior a 30 mm. A média de temperatura no mês mais frio varia entre 3°C e 18°, e no mês mais quente, superior a 22°C. As temperaturas médias anuais normalmente estão

entre 20°C e 22°C. A média anual de precipitação foi de 1.963,3 mm, entre os anos de 1970 e 1996. A estação chuvosa, de outubro a março concentrou 1.281,5 mm, e a estação mais seca, de abril a setembro, 681,8 mm (SANO, 2007).

Na região ocorrem rochas carbonáticas que, por serem solúveis estão sujeitas à ação das águas e ácidos orgânicos do solo, fenômeno que, no decorrer de milhares de anos, dá origem às cavidades e bacias de drenagem com rios subterrâneos. Os Cambissolos são predominantes nas vertentes, topos e planícies aluviais e estão presentes sobre a faixa cárstica, caracterizados por textura predominantemente argilosa. Em geral são eutróficos. No entorno da faixa cárstica os solos são de textura argilosa média e em geral são álicos. Ao longo das escarpas da Serra de Paranapiacaba, em áreas com declividade acentuada, ocorrem os Neossolos Litólicos, sendo ricos em nutrientes, mas com pequena espessura. Intercalados aos Neossolos Litólicos, ocorrem os Latossolos, constituídos por material mineral. Os Gleissolos Háplicos limitam-se às margens dos principais rios do Vale do Ribeira, sendo hidromórficos com material mineral (SÃO PAULO, 2010b).

3.3 Vegetação e fauna

O Parque localiza-se no Bioma Mata Atlântica, com predomínio de Floresta Ombrófila Densa sobre solo cárstico. É uma floresta madura e apesar da ocorrência de afloramentos calcários, possui espécies emergentes de grande porte, diferentemente da formação aberta que costuma ocorrer nesse tipo de ambiente. Observa-se que esta floresta apresenta porte inferior quando localizada sobre solos formados de rochas calcárias, em relação àquela em solos formados pela decomposição de outras rochas. O PETAR ainda apresenta em alguns trechos (16% da área) de Floresta Ombrófila Aberta com presença de bambus (SÃO PAULO, 2010b).

Em relação à fauna, o Parque é caracterizado por elevada riqueza de espécies e alto grau de endemismo. Há registro de 319 espécies de avifauna, 23 de médios e grandes mamíferos, 91 de pequenos mamíferos, 65 de anfíbios e 32 de répteis (SÃO PAULO, 2010b).

3.4 História

O Vale do Ribeira, caracterizado por relevo acidentado e terras de baixa vocação agrícola, comparado à região do planalto, não teve participação efetiva nos ciclos econômicos de São Paulo e Paraná – da cana de açúcar, do café, da industrialização e por fim da urbanização. Na região destacaram-se curtos ciclos de exploração de ouro, arroz, banana, chá e minerações localizadas (LINO; MOURÃO, 2003a). A mineração, uma das principais atividades, passou pelo ouro, chumbo até o calcário (SHIMADA, 2005).

Algumas características locais como a dificuldade de acesso, relativo isolamento, baixa densidade demográfica, carência de serviços e pobreza, culminaram na conservação de um inestimável patrimônio natural e cultural. Devido a essas características, a região passou a ser reconhecida pela UNESCO como parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em 1991, e como Sítio do Patrimônio Mundial Natural em 1999 (LINO; MOURÃO, 2003a).

Acredita-se que algumas trilhas, dentre elas a do Betari e Alambari de Baixo, foram caminhos de tropeiros, e que ligavam Apiaí a Iporanga para trocas de mercadorias. Com a abertura da estrada entre as duas cidades no ano de 1937 essas trilhas deixaram de ser elo entre os municípios. A Trilha do Betari passa a ter visitação regular a partir de 1967 e consolida-se com finalidade turística em 1989, com a inauguração do Núcleo Santana (LINO; MOURÃO, 2003b). A trilha do Betari recebe intervenções por meio de mutirões no ano de 2003, baseado na “Proposta de manejo para a trilha do Betari”, com concentração dos trabalhos nos primeiros 600 m (SÃO PAULO, 2004).

Outras trilhas como Morro Preto, Alambari de Baixo e Figueira receberam ao longo dos anos manutenções, feitas principalmente com a colaboração de equipes de voluntários locais, em geral monitores.

3.5 Caracterização da visitação no PETAR

Uso público, termo adotado pelos órgãos oficiais ligados ao manejo de áreas naturais protegidas no Brasil, é utilizado para definir as atividades realizadas por aqueles que frequentam o local com fins de recreação, educação, pesquisa e religião (MAGRO, 1999). No PETAR o uso público está intimamente relacionado ao turismo não só pela grande quantidade de atrativos naturais, mas também pela história e características regionais, que levaram a focar a economia local especialmente nesta atividade.

O Parque é conhecido principalmente por suas exuberantes cavernas, mas possui uma ampla gama de atividades além das relacionadas à espeleologia. Atualmente, existem quatro núcleos de visitação – Santana, Ouro Grosso, Casa de Pedra e Caboclos, sendo os dois primeiros os mais visitados e melhor estruturados para recepção de visitantes.

Os dados oficiais disponibilizados pela administração do Parque apontam o Núcleo Santana como o local que recebe maior visitação, com média de 21.511 visitantes por ano entre 2006 e 2009. Em seguida o Núcleo Ouro Grosso com média de 4.963 visitantes por ano no mesmo período. O restante dos núcleos recebe visitação pouco representativa em relação aos dois primeiros. A relação de visitantes por núcleo pode ser observada na Figura 10 para o período de 2006 a 2008.

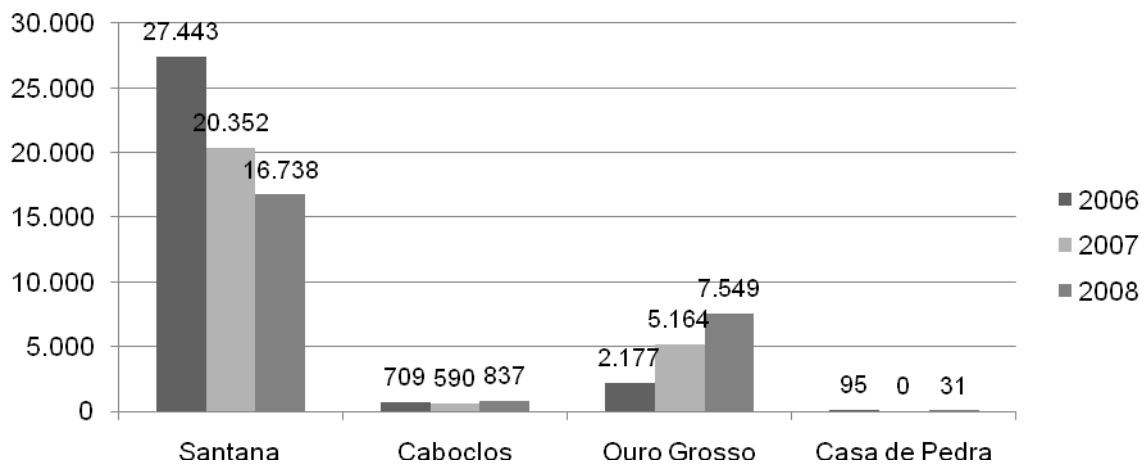


Figura 10 – Total de visitantes em quatro núcleos do PETAR entre 2006 e 2008
Fonte: SÃO PAULO (2011)

Apesar do número de visitantes do primeiro núcleo ser expressivamente maior que do segundo, há que se levar em consideração o uso por trilha e não pelo total geral de cada núcleo.

Ao analisar os dados existentes do período de janeiro a agosto de 2009 sobre os atrativos visitados (Tabela 5) observa-se que a Caverna de Santana é a mais visitada, mas não existe nenhuma escada avaliada no acesso a ela. Isto mostra a necessidade de avaliar os dados gerais de visitação com maior cautela, para evitar equívocos em relação a trilhas com quantidade de visitação semelhantes.

É necessário atentar que o número de visitantes não pode ser simplesmente somado. Por exemplo, a Trilha do Betari leva aos atrativos Caverna Água Suja, Cachoeira das Andorinhas, Cachoeira do Betarizinho (ou Beija-Flor) e Gruta do Cafezal. Nesse caso, aqueles que vão até às cachoeiras no final da trilha podem ter passado pelas cavernas Cafezal e Água Suja. Assim, os dados de visitação do Parque não são precisos para cada trilha e atrativo, mas de uma forma geral, pelos números apresentados na Tabela 5 é possível visualizar que existe uma visitação mais intensa nas trilhas destacadas em negrito.

Tabela 5 - Número de visitas a atrativos no período de janeiro a agosto de 2009

			(continua)
Atrativos	Núcleo	Trilha	Visitantes (jan-ago 2009)
Caverna de Santana	Santana	-	6.251
Caverna Água Suja	Santana	Betari	5.172
Gruta do Morro Preto	Santana	Morro Preto	4.065
Caverna Alambari de Baixo	Ouro Grosso	Alambari de Baixo	3.653
Caverna Ouro Grosso	Ouro Grosso	Figueira	2.981
Caverna do Couto	Santana	Morro Preto / Saída Couto	2.487
Caverna Aranhas	Caboclos	Circuito do Chapéu	1.810
Cachoeiras Andorinhas e Betarizinho	Santana	Betari	823
Gruta do Cafezal	Santana	Betari	799
Caverna Temimina	Caboclos	Temimina	186
Gruta do Chapéu	Caboclos	Circuito do Chapéu	78

Tabela 5 - Número de visitas a atrativos no período de janeiro a agosto de 2009

Atrativos	Núcleo	Trilha	(conclusão)
			Visitantes (jan-ago 2009)
Caverna Casa de Pedra	Casa de Pedra	Casa de Pedra	39
Gruta do Chapéu Mirim I	Caboclos	Circuito do Chapéu	34
Gruta do Chapéu Mirim II	Caboclos	Circuito do Chapéu	25
Núcleo Caboclos	Caboclos	-	4
Piscina natural	Santana	Morro Preto	3

Fonte: Arquivo do PETAR

Outra informação que forneceu subsídios para o apontamento das trilhas de maior uso foi o estudo do perfil dos visitantes feito através de entrevistas nos núcleos Santana, Ouro Grosso e Casa de Pedra (Figura 11). Segundo as entrevistas a Caverna de Santana é a mais visitada, seguida de um grupo de três atrativos – Caverna Ouro Grosso, Caverna Água Suja e Caverna do Morro Preto.

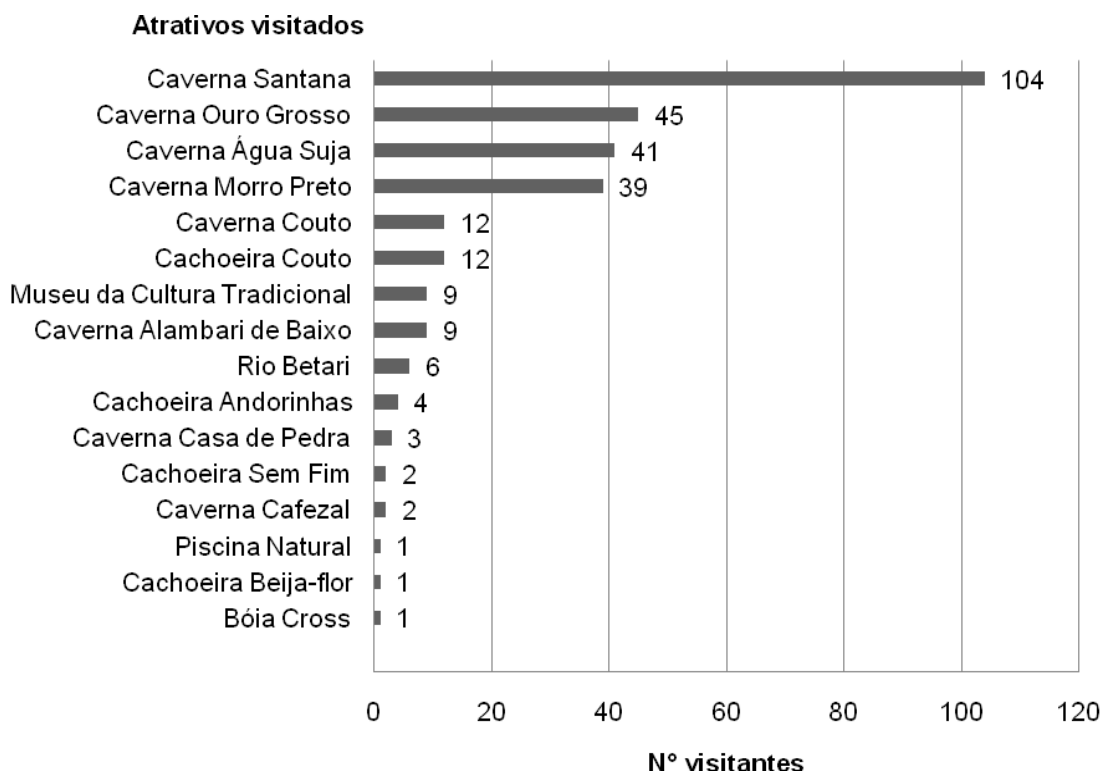


Figura 11 – Principais atrativos visitados pelos entrevistados nos núcleos Santana, Ouro Grosso e Casa de Pedra

Fonte: SÃO PAULO (2011)

Observa-se que os atrativos Caverna do Couto e Cachoeira do Couto fazem parte da trilha que leva à Caverna Morro Preto.

A Caverna Alambari de Baixo merece especial atenção. Ocorre nesta trilha a dificuldade de controle de visitantes, pois parte do acesso é feito por fora da área da UC. Há relatos de visitação feita durante à noite ou sem passar pelo controle do Parque que fica no Núcleo Ouro Grosso (Figura 12), podendo, dessa forma, receber maior quantidade de visitantes do que o número relacionado nos dados oficiais do Parque. Historicamente, a trilha e caverna Alambari de Baixo são conhecidas como locais de intensa visitação, o que reforça o fato de ser uma trilha bastante visitada.

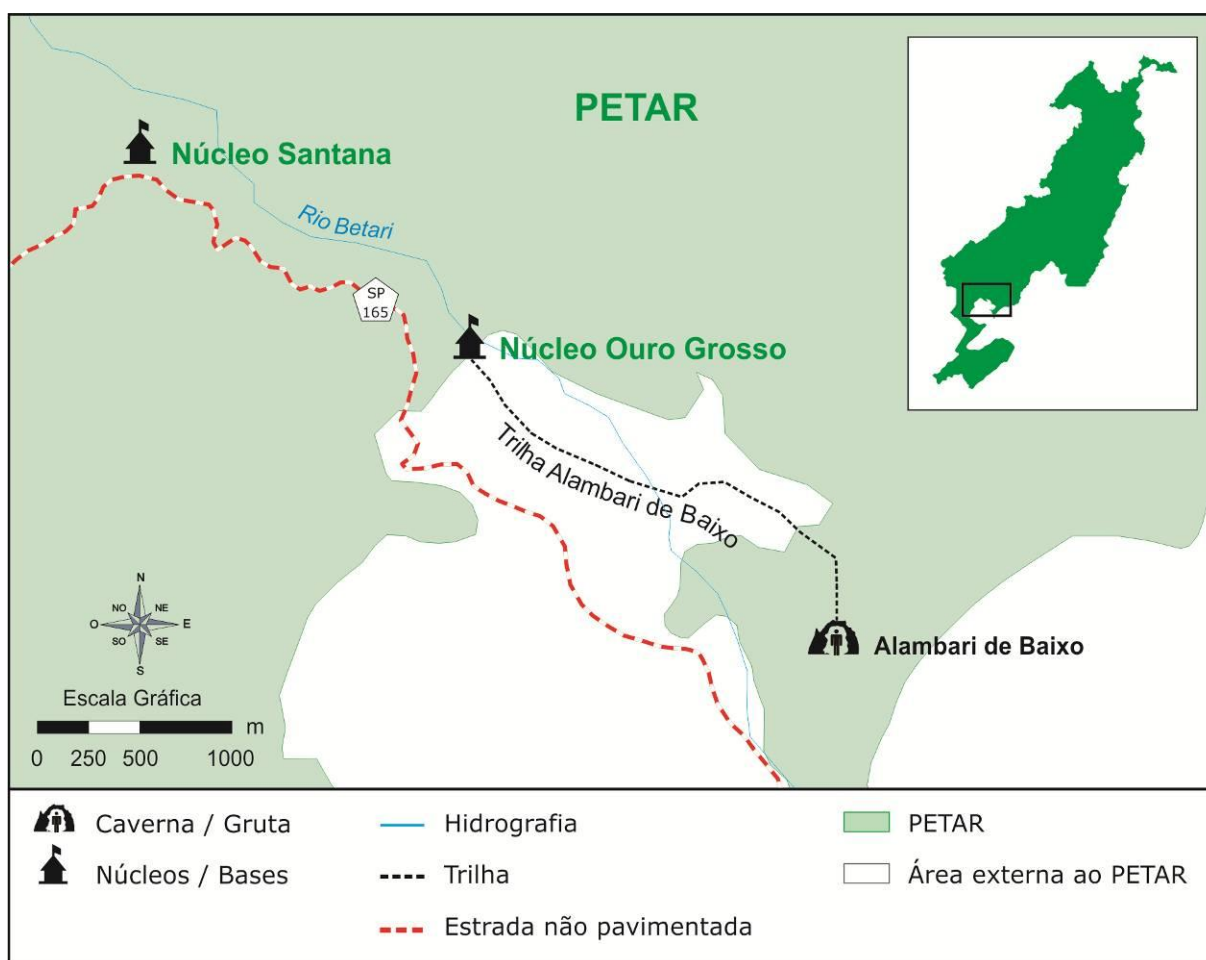


Figura 12 – Localização da Trilha Alambari de Baixo em relação aos limites do PETAR (figura elaborada pela autora a partir de base cartográfica cedida pela FF)

O fluxo de visitação no Parque está intimamente relacionado aos feriados – Carnaval (fevereiro), Páscoa (abril), 7 de Setembro e Nossa Senhora Aparecida (outubro), como pode ser observado na Figura 13.

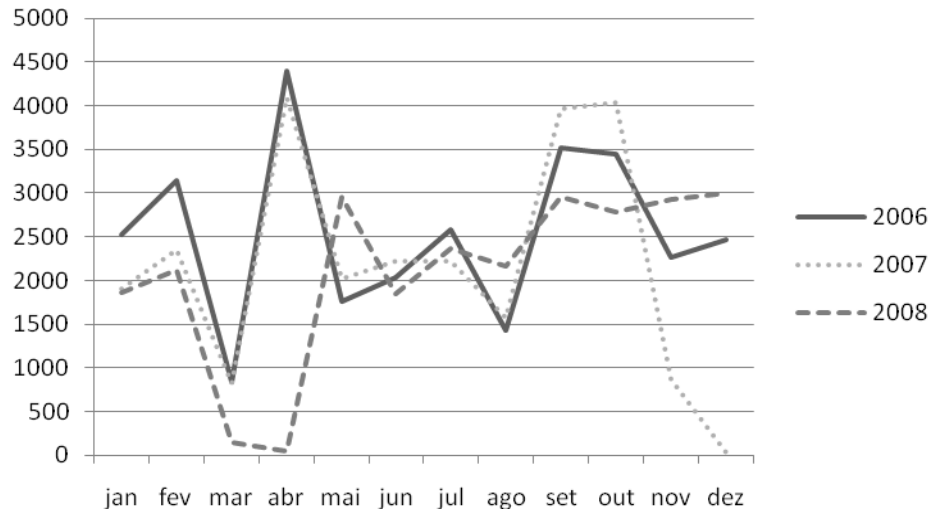


Figura 13 – Sazonalidade da visitação no PETAR nos anos de 2006, 2007 e 2008
Fonte: Arquivo do PETAR

3.6 Metodologia de avaliação

3.6.1 Seleção de trilhas

Durante o trabalho preliminar de campo, entre meados de 2009 e início de 2010, foram percorridas 19 trilhas nos núcleos de visitação do PETAR (Anexo A) - Santana, Ouro Grosso, Casa de Pedra e Caboclos, totalizando aproximadamente 37 km de trilhas com variados níveis de dificuldade.

A seleção das trilhas e respectivas escadas a serem estudadas foi feita a partir do cruzamento de informações de visitação com os dados do trabalho preliminar de reconhecimento das áreas. A seleção dos pontos de coleta de informações seguiu os seguintes critérios:

- Possuir características ambientais semelhantes;
- Receber visitação intensa, sendo a quantidade de uso o mais semelhante possível;

- Trilhas que possuem escadas com degraus feitos com troncos de madeira
- A partir dessas características foram selecionadas as trilhas da Tabela 6.

Tabela 6 - Trilhas selecionadas para a pesquisa

Núcleo	Nome da trilha	Local de coleta de dados
Santana	Trilha do Betari	Trecho até a primeira travessia do Rio Betari (Anexo B)
Santana	Trilha do Morro Preto	Trecho de escadaria entre a ponte sobre o Rio Betari e a Caverna do Morro Preto (Anexo B)
Santana	Trilha da saída do Couto	Trecho entre a saída da Caverna do Couto e a trilha da Onça Parda (Anexo B)
Ouro Grosso	Trilha da Figueira	Trilha inteira, sem a volta pela Casa de Farinha (Anexo B)
Ouro Grosso	Trilha Alambari de Baixo	Trecho a partir do início da área do Parque até a Caverna Alambari de Baixo (Anexo B)

As trilhas selecionadas encontram-se nos núcleos Santana e Ouro Grosso (Figura 14). E a localização das escadas levantadas pode ser visualizada nos mapas do Anexo B.

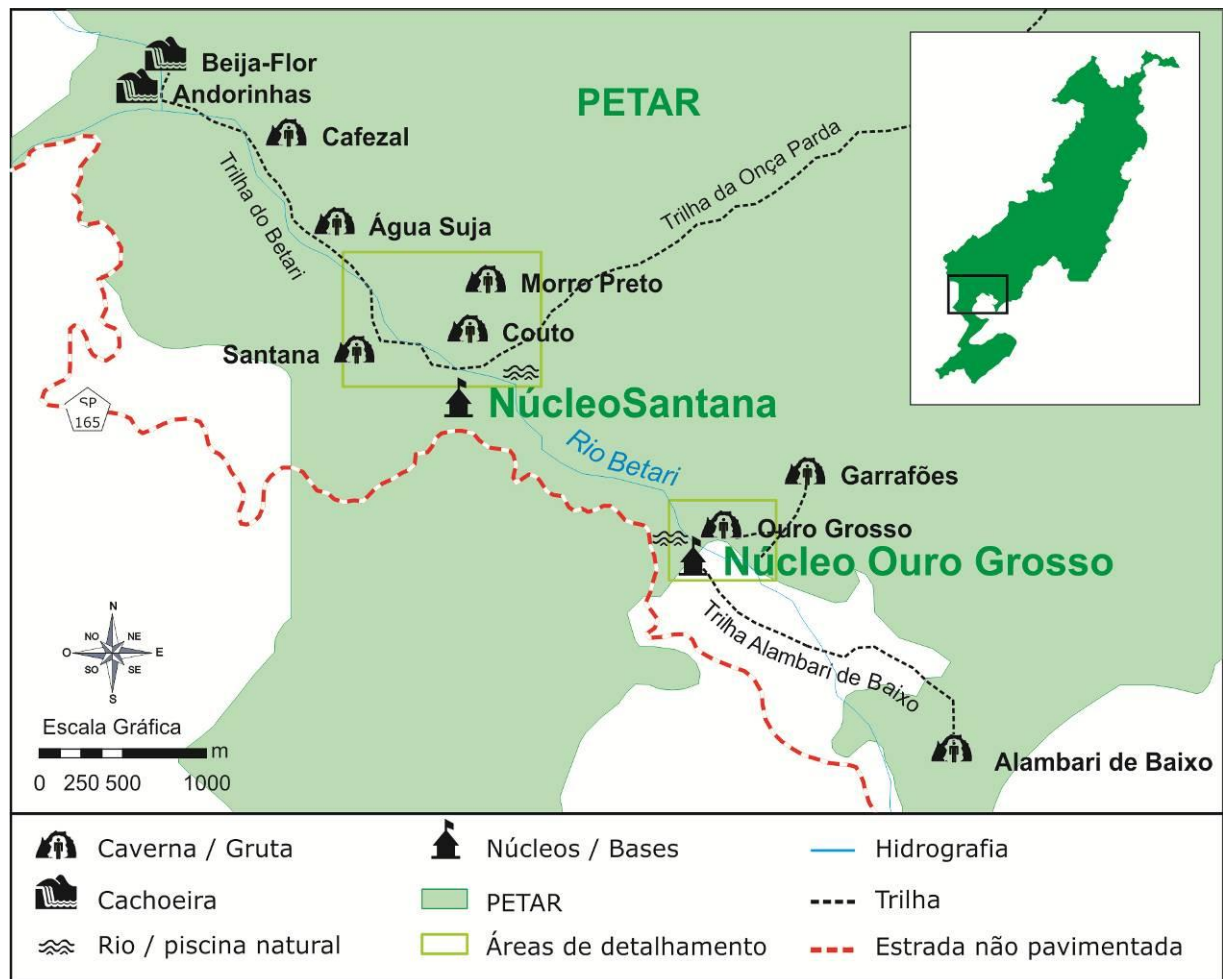


Figura 14 – Localização das trilhas nos Núcleos Santana e Ouro Grosso (Figura elaborada pela autora a partir de base cartográfica cedida pela FF)

Os dados relativos à caracterização de visitação do PETAR foram obtidos na sede administrativa do Parque no ano de 2010. Informa es sobre os atrativos visitados são resultado de 130 questionários aplicados aos visitantes nos dias 10, 11, 12, 14 e 15 de outubro de 2009, nos núcleos Santana, Ouro Grosso e Casa de Pedra. Foram aproveitadas as informa es coletadas pela equipe que estava elaborando o tema uso público na constru o do plano de manejo do Parque, da qual a autora fez parte.

Em uma segunda etapa, os segmentos de escadas e os respectivos degraus foram descritos e analisados. Os segmentos foram determinados pela homogeneidade em rela o   dire o e declividade.

3.6.2 Dados coletados para avaliação

Informações gerais

Conjunto de dados para identificação dos locais de levantamento, condições climáticas, tempo de execução do trabalho e o(s) responsáveis pela coleta e anotações. Estas informações são úteis para futuras coletas de informações em novas avaliações. São elas:

- Nome da trilha
- Núcleo
- Data
- Condição climática – sol / parcialmente nublado / nublado
- Identificação dos responsáveis pelo levantamento de dados em campo
- Horário inicial e final

Variáveis das escadas

Segmentos de escadas

- a) Pontos de GPS: por meio do aparelho *Garmin GPSmap 60CSx* foi feita a marcação dos pontos iniciais e finais de cada segmento de escada, para que possam ser analisadas informações relacionadas à topografia, traçado da trilha, proximidades de corpos d'água, proximidade a locais de aglomeração de visitantes, entre outros aspectos.
- b) Distância do segmento: medição feita com trena de fita *Kinglon Tape* de 30 m, esticada na altura da cintura (Figura 15).
- c) Declividade do segmento: medição feita com clinômetro *Suunto PM-5/360PC*, tendo como parâmetro uma pessoa com altura calibrada antes do início da atividade (Figura 16). Adotou-se o clinômetro ao invés do uso exclusivo do *GPS*, por apresentar maior precisão, especialmente por ser uma região acidentada e com

formações rochosas e cavernas que costumam interferir na recepção de sinais de GPS.

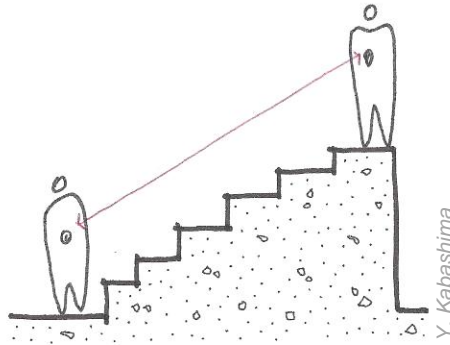


Figura 15 – Medição de distância do segmento de escada

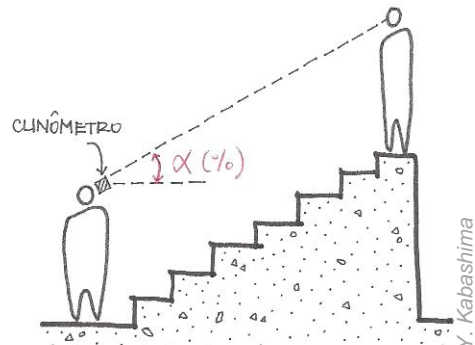


Figura 16 – Medição de declividade do segmento de escada

- d) Insolação: medição feita com bússola *Suunto MC-2* na base de cada segmento de escada (Figura 17), para verificar a orientação da mesma e consequentemente a quantidade de radiação que cada segmento recebe.

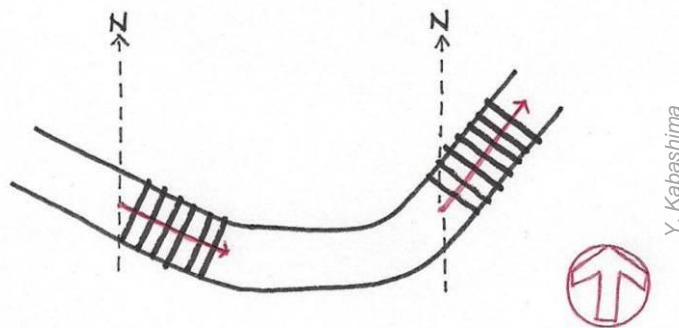


Figura 17 – Medição da orientação solar

A quantidade de radiação solar varia em função da época do ano e da latitude, (FROTA; SCHIFFER, 1995). No caso do PETAR, localizado a aproximadamente na latitude 24° sul, é representado pela Carta Solar da Figura 18, na qual pode ser observada uma maior quantidade de radiação na face norte, seguido das faces leste e oeste e menor na face sul. Simplificando, Lengen (1997) afirma que no caso de localidades abaixo da linha do equador, a face voltada para o norte recebe mais luz que a voltada para o sul.

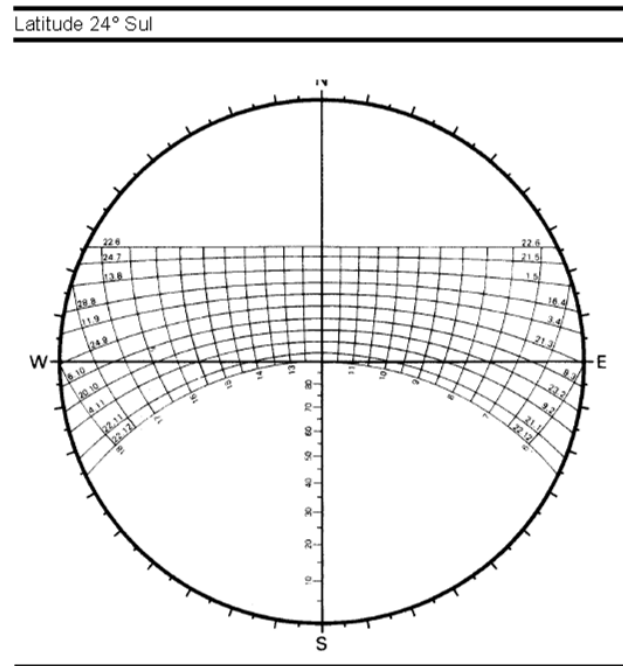


Figura 18 – Carta Solar para latitude 24°S
 Fonte: Frota; Schiffer (1995)

A insolação, ligada à quantidade de radiação solar, foi relacionada com a maior capacidade de evaporação, auxiliando na diminuição da umidade do piso. A partir disso, criou-se um sistema de pontuação através de um círculo dividido em quatro partes iguais. A orientação predominantemente para o norte (315° a 45°) recebeu nota maior, três, isto é, recebe maior radiação solar. Na sequência, as direções leste (45° a 135°) e oeste (225° a 315°) com dois pontos e por fim a direção sul (135° a 225°) com um ponto (Figura 19). Observa-se que a medição sempre foi feita na base da escada, sendo possível, desta maneira, diferenciar entre o Norte e Sul, Leste e Oeste devido à inclinação do terreno.

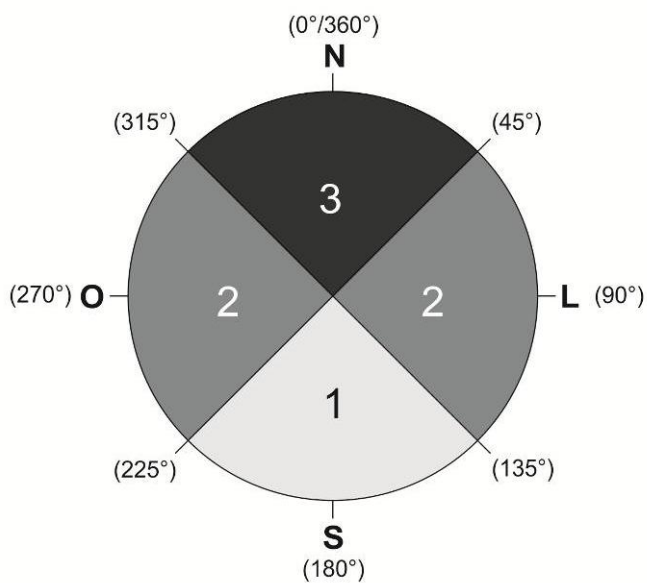


Figura 19 – Avaliação da insolação

- e) Largura do degrau: medição da largura da escada (extensão do tronco) feita com trena comum *Stanley* de 5 m.
- f) Profundidade do degrau: medição da profundidade do degrau em sua parte central com trena comum *Stanley* de 5 m (Figura 20).
- g) Altura do degrau: conhecido também como espelho, medição da altura do degrau com trena comum *Stanley* de 5 m (Figura 20).

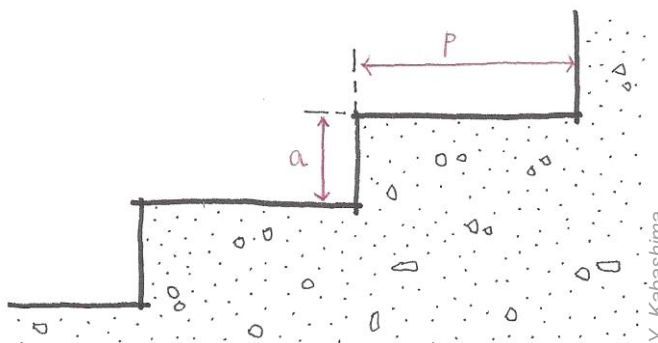


Figura 20 – Profundidade (p) e altura (a) do degrau

As medições da largura, profundidade e altura do degrau foram feitas para avaliar questões ergonômicas.

- h) Presença de poça: verificação visual de poças com água ou lama (Figura 21).
- i) Erosão na base de degrau: verificação visual da presença de erosão na base do degrau (Figura 22).

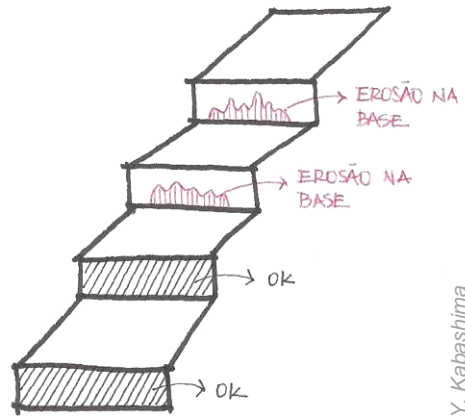
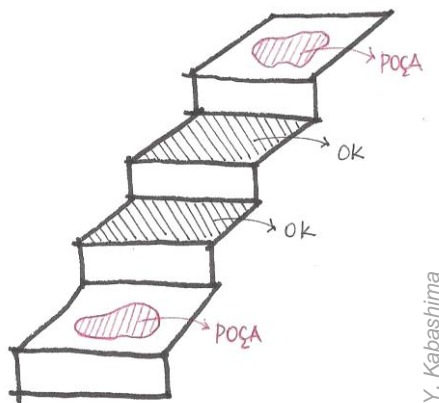


Figura 21 – Verificação da presença de poça nos degraus do segmento de escada

Figura 22 – Verificação de erosão na base dos degraus do segmento de escada

- j) Profundidade e Largura do degrau com afundamento: uso dos dados coletados nos perfis dos pisos, com objetivo de verificar se existe algum padrão em relação à localização dos afundamentos (Figura 23).

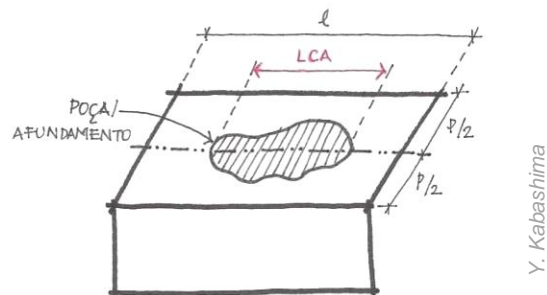
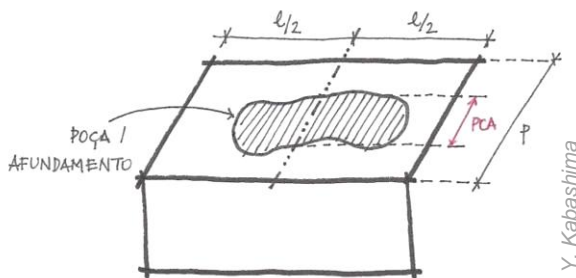


Figura 23 – Medição da distância do trecho da profundidade (PCA) e largura (LCA) com depressão

- k) Perfil do piso dos degraus: uso de bandeira com haste de metal como ponto fixo e fio de náilon amarrado a ela com marcações a cada 5 cm a partir do início do

afundamento (Figura 24) e uma trena comum *Stanley* para medição das profundidades do perfil.



Figura 24 - Uso da bandeira com haste de metal e fio de náilon com marcação a cada 5 cm

Os intervalos de 5 cm iniciam-se sempre do lado esquerdo no caso da largura, e do fundo do degrau na profundidade (Figura 25).

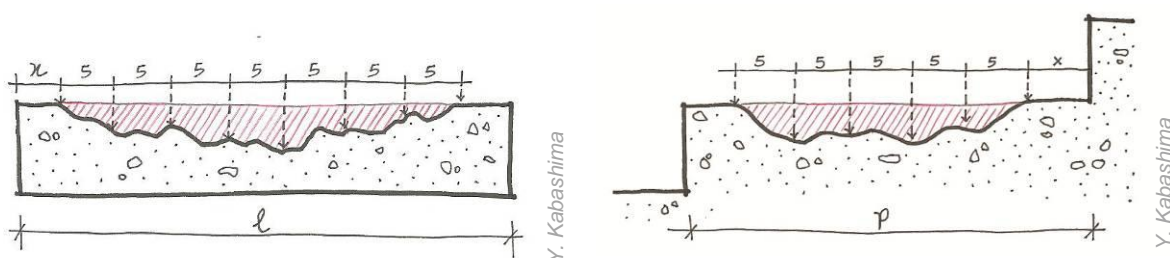


Figura 25 – Medição do perfil (em vermelho hachurado) de afundamento da largura e profundidade de cada degrau

- I) Estruturas de drenagem: verificação visual de estruturas, como valas, construídas para drenagem de água da trilha, assim como a sua localização no segmento (topo, meio e/ou base).

m) Cobertura de copa: A avaliação de sombreamento direto foi feita utilizando-se como base o sistema do *Cajanus Tube* (KORHONEN *et al.*, 2006), um tubo de observação com espelho interno utilizado para medição de cobertura de copas de árvores.

Uma das formas existentes para estimar a cobertura de copa é através do uso de tubo vertical. Johansson (1985) em seu estudo com um tubo de 20 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro sobre um apoio afirma que o método é confiável, sendo a maior dificuldade encontrada na habilidade de cada usuário.

Korhonen *et al.* (2006), comparando várias técnicas para estimar cobertura de copas conclui que, em geral, as técnicas intensivas de trabalho como *Cajanus Tube* e amostragem por cruzamento de linhas proporcionam estimativas mais imparciais e precisas. Já as técnicas rápidas como fotos digitais e estimativa ocular possuem, segundo o mesmo autor, maiores variações e podem ser bastante tendenciosas.

Desta forma optou-se pelo uso de um tubo vertical para este trabalho, pela maior confiabilidade e facilidade de ser elaborado.

Para o cálculo das dimensões do tubo de observação de copa, levou-se em consideração os seguintes fatores:

- Altura média da floresta ombrófila densa, segundo literatura:

Segundo BIOTA/FAPESP (2010), na Floresta Ombrófila Densa Submontana as árvores possuem porte médio, com altura mais ou menos uniforme, raramente ultrapassando os 20 m na região da Mata Atlântica, diminuindo o tamanho conforme o aumento da altitude (400 a 1.500 m). E por fim, Longo (2007), define que na Floresta Ombrófila Densa Montana o estrato dominante possui altura de aproximadamente 25 m.

De acordo com São Paulo (2011), cerca de 17% da área do PETAR é ocupado por vegetação secundária. Essa situação ocorre principalmente nas áreas de entorno e vales dos grandes rios como o Betari, Iporanga e Pilões. O relevo menos declivoso e a proximidade com a água resultou numa maior ocupação humana, sendo que a vegetação nesses locais já sofreu corte raso. Nesses locais a altura da vegetação gira em torno de 15 m de altura.

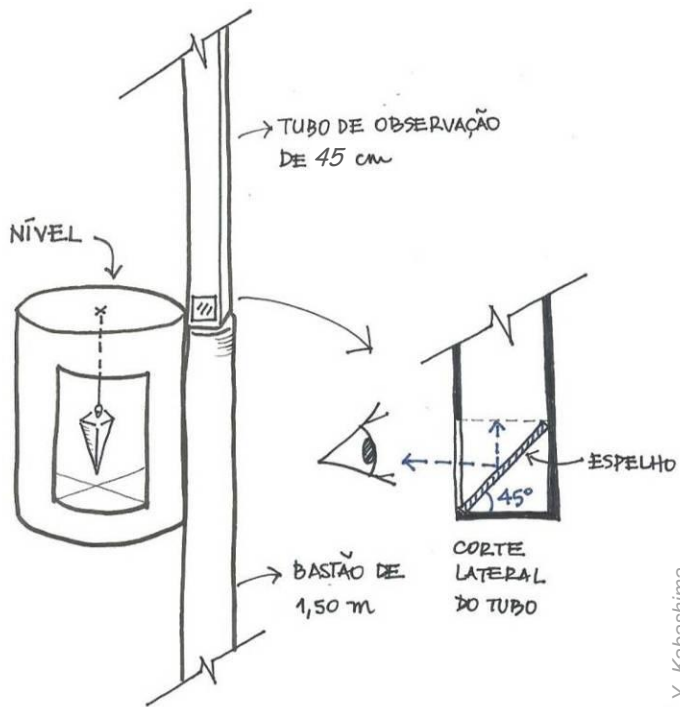
Assim, a altura de 15 m foi utilizada para o cálculo das dimensões do tubo de observação, levando-se em consideração também o fato da região ser relativamente antropizada e sem mata em estágio climático.

- Área de visualização:

Como o tubo seria feito em base quadrada, tomou-se como base a menor dimensão do degrau, ou seja, a profundidade. A partir deste dado adotou-se 30 cm x 30 cm como a área a ser abrangida na observação do tubo. Esta medida também corresponde a aproximadamente um terço da largura dos degraus. Portanto, as medições foram feitas sempre em três pontos de cada degrau: nas laterais direita e esquerda e no meio, com o intuito de verificar a existência de cobertura direta de copa.

O tubo possui 45 cm de comprimento e base quadrada com 1 cm de lado. Em sua base recortou-se um orifício quadrado em uma das laterais e fixou-se um espelho a 45° para a observação da projeção da parte aérea. Este tubo foi fixado em um bastão de 1,50 m (aproximadamente a altura dos olhos da observadora) de forma que a observação pudesse ser feita confortavelmente. Acoplou-se no bastão um sistema para nivelar o tubo para a medição vertical (Figura 26). Adotou-se esse sistema ao invés de equipamentos como tripés para agilizar o levantamento. Devido à grande irregularidade do terreno, um tripé exigiria muito tempo para ser ajustado a cada observação, o que tornaria o levantamento deste dado inviável.

Sendo a habilidade de cada usuário uma das dificuldades do levantamento segundo Johansson (1985), o levantamento deste dado foi feito sempre pela mesma pessoa (Figura 27) para não haver variação dos dados obtidos.



Y. Kabashima



Figura 26 – Detalhe dos elementos do tubo de observação de copa de árvores

Figura 27 – Manuseio do tubo de observação

A medição foi feita, apoiando-se o sistema elaborado (tubo mais bastão com nível) em três pontos de cada degrau: lateral direita, lateral esquerda e meio, como pode ser observado na Figura 28.

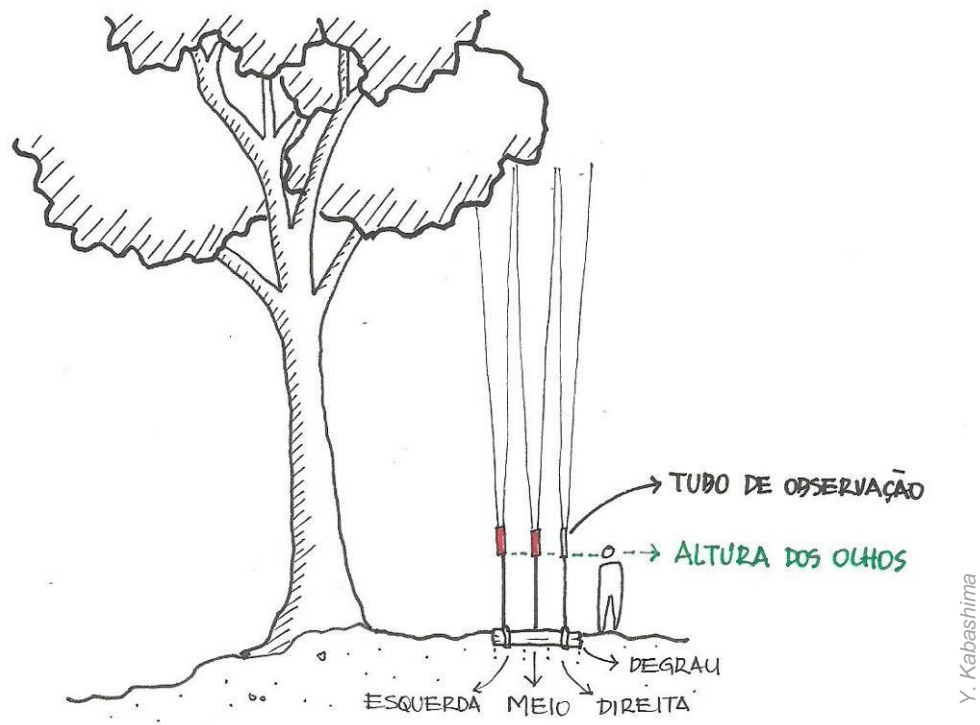


Figura 28 – Esquema de levantamento da cobertura de copa sobre os degraus

Os dados dos segmentos coletados em campo foram submetidos à análise estatística com o programa SAS. Foi feito o teste de Shapiro-Wilk e não há indícios ($p < 0,01$) de aderência das variáveis estudadas à distribuição normal. Desta forma, foi aplicado o teste não-paramétrico de Spearman, sendo calculado o coeficiente de correlação. O número de segmentos e degraus por trilha pode ser consultado no Anexo C.

A análise do perfil de afundamento dos degraus foi feita a partir da divisão do perfil da profundidade e da largura em três partes iguais, de forma a facilitar a análise. A profundidade foi subdividida em – fundo, meio e borda (extremidade onde está o tronco estrutural), como pode ser observado na Figura 29; e a largura foi subdividida em esquerda, meio e direita, sempre com a visualização no sentido base – topo (Figura 30).



Y. Kabashima



Y. Kabashima

Figura 29 - Subdivisão da profundidade do piso do degrau

Figura 30 - Subdivisão da largura do piso do degrau

Todos os segmentos levantados foram registrados com uma câmera fotográfica digital para auxiliar nas descrições do trabalho e checagem de dados após trabalho de campo. O modelo de ficha de campo utilizado pode ser consultado no Anexo D.

Verificou-se no início do levantamento de campo a necessidade de limpeza dos pisos dos degraus para poder visualizar e fazer adequadamente as medições. A existência de material orgânico (serrapilheira) faz com que os resultados sejam camuflados, não permitindo a aquisição da informação real.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Descrição das condições atuais das escadas

NÚCLEO SANTANA

Trilha do Betari

Trilha linear intensamente utilizada com aproximadamente 3.700 m. Apenas 600 m iniciais receberam ações de manejo intenso no início de 2003 com mutirões com apoio de voluntários, monitores e moradores locais. Foram construídas infraestruturas, entre elas as escadas tanto de rochas quanto de troncos de madeira. A altitude do trecho avaliado varia de aproximadamente 262 m a 266 m (amplitude de 4 m).

As escadas feitas com troncos de madeira, de interesse deste trabalho, encontram-se logo após a Praça Mesozóica, a aproximadamente 430 m do início da trilha no quiosque de agendamento. O restante das escadas desta trilha é feito de rocha em bom estado de conservação, ao contrário das escadas em madeira em condições precárias.

Os degraus dos dois segmentos de escadas dessa trilha são feitos com troncos de seção retangular e duas estacas de apoio (Figura 31). Todos os degraus encontravam-se, durante o levantamento de campo, com muita água e lama, fator que pode estimular a criação de caminhos alternativos. Os troncos acima do piso do degrau representam não somente a possibilidade de formação de poças, mas também um obstáculo que oferece risco de acidentes, principalmente àqueles que descem a escada.



Figura 31 – Degraus feitos com troncos de seção retangular e estacas

Trilha da Saída do Couto

Trilha de cerca de 200 m, composta por escadas, localizada ao longo da linha de queda d'água do terreno, que propicia o indevido escoamento de água pelo seu leito. O local é íngreme com erosão intensa, fator de deterioração da trilha. A altitude do trecho avaliado varia de aproximadamente 320 m a 370 m (amplitude de 50 m).

Os degraus encontram-se sem uniformidade e são difíceis de serem percorridos. Os troncos utilizados possuem diversos formatos e tamanhos (corte), desde tábuas lisas a troncos roliços e grossos. Na subida, existe dificuldade em se transpor os degraus (Figura 32) e, na descida, há risco de quedas, pois o pisoteio é mais intenso, visto que a pessoa é obrigada, em vários casos, a pular de um degrau para outro.

Entre as cinco trilhas levantadas, esta se destaca pela quantidade e intensidade de impactos negativos. Devido ao elevado grau de deterioração de segmentos de escadas, alguns deles, como o da Figura 33, foram descartadas, pela impossibilidade de se fazer medições.



Figura 32 – Degraus altos e erosão na base



Figura 33 – Segmento descartado

Trilha do Morro Preto

Percurso linear sinuoso de cerca de 400 m. A altitude do trecho avaliado varia de aproximadamente 235 m a 296 m (amplitude de 61 m).

De todas as escadas levantadas era a que apresentava melhores condições em termos de facilidade de caminhamento e de menor presença de poças e erosões. Os pontos com empoçamentos mais intensos estavam relacionados à queda de gotas d'água oriundas de plantas existentes em árvores e rochas, como por exemplo, as bromélias.

Apesar da sequência extensa de degraus até a entrada da Gruta do Morro Preto, em alguns cotovelos do percurso em forma de ziguezague encontram-se atrativos como a Cachoeira do Couto e entrada para a Caverna do Couto. Por existirem elementos de interpretação ambiental, algumas placas e bancos foram instalados em pontos estratégicos. Este cuidado permite que o visitante tenha qualidade de experiência durante a caminhada e minimiza a possibilidade de criação de atalhos, o que costuma ocorrer com frequência em traçados de trilha em forma de ziguezague.

NÚCLEO OURO GROSSO

Trilha da Figueira

Trilha de percurso em forma aproximada de oito (junção de dois traçados circulares) com aproximadamente 440 m. As escadas estão localizadas em apenas um dos trechos. A altitude do trecho avaliado varia de aproximadamente 190 m a 239 m (amplitude de 49 m)

O principal problema das escadas nesta trilha é o traçado ao longo da linha de queda d'água associado à falta de estruturas de drenagem, fazendo a água correr pelo leito da trilha. Poças e erosão na base dos degraus são comuns nestes casos.

A última manutenção da trilha ocorreu há aproximadamente três anos por voluntários que atuam no Parque. A principal ação de manutenção destas trilhas consistiu em colocar brita ou pedras para preencher o piso dos degraus, utilizadas para estabilizá-lo.

Trilha Alambari de Baixo

Trilha com forma linear a partir de 2007. Originalmente era circular quando se permitia a travessia da caverna Alambari de Baixo. O seu percurso dentro da área do Parque totaliza cerca de 480 m. A altitude do trecho avaliado varia de aproximadamente 181 m a 212 m (amplitude de 31 m). Boa parte das escadas existentes atualmente foi construída sobre o caminho antigo que ligava Iporanga a Apiaí, para transporte de mercadorias.

Com a proibição da travessia, os visitantes passaram a utilizar o mesmo caminho na ida e na volta, dobrando o uso desta trilha. Observa-se que, além de utilizar o mesmo caminho, retornam carregando água nas roupas e calçados, pois boa parte dos visitantes acessa o trecho da caverna com água.

As escadas analisadas encontram-se entre a entrada da Caverna Alambari de Baixo e a bifurcação com a trilha de acesso à Caverna Alambari de Cima. Os trechos mais críticos encontram-se próximos à entrada da caverna, onde o piso se torna irregular com afloramentos rochosos na parte mais baixa, próximo ao rio Alambari.

4.2 Variáveis de influência nos impactos em escadas

Foram analisados, em julho de 2010, 30 segmentos de escadas com 198 degraus no Núcleo Ouro Grosso e 65 segmentos com 363 degraus no Núcleo Santana, totalizando 95 segmentos e 579 degraus. A média geral foi de seis degraus por segmento de escada. No entanto, observa-se que ocorre grande variação quanto à quantidade de degraus entre os diferentes segmentos, desde dois a 24 degraus.

As correlações foram feitas por segmento e não por degrau para que variáveis como direção, declividade e distância do segmento pudessem ser avaliados (Tabela 7).

Legenda das variáveis analisadas:

DSeg	-	Distância do segmento
Dc	-	Declividade do segmento
ISol	-	Insolação
EP	-	Ergonomia – profundidade do degrau
EA	-	Ergonomia – altura do degrau
Po	-	Presença de poça
EB	-	Presença de erosão na base do degrau
CA	-	Presença de copas de árvores
APP	-	Área do perfil da profundidade
APL	-	Área do perfil da largura
PCA	-	Profundidade com afundamento
%PCA	-	% da profundidade com afundamento
LCA	-	Largura com afundamento
%LCA	-	% da largura com afundamento

Tabela 7 – Variáveis que podem causar danos às escadas em trilhas dos núcleos Santana e Ouro Grosso no PETAR analisados através do Coeficiente de Correlação de Spearman. Probabilidade > |r| com Ho: $\rho = 0$

(continua)

Indic.	Dseg	Dc	ISol	EP	EA	Po	EB	CA	APP	APL	PCA	%PCA
Dseg	1,0000 (0,0)											
Dc	-0,1399 (0,1909)	1,0000 (0,0)										
ISol	0,0881 (0,4114)	-0,0064 (0,9523)	1,0000 (0,0)									
EP	-0,1405 (0,1890)	0,0354 (0,7416)	-0,0254 (0,8131)	1,0000 (0,0)								
EA	0,0793 (0,4599)	-0,0990 (0,3559)	0,3272 (0,0017)	-0,1927 (0,0703)	1,0000 (0,0)							
Po	-0,2031 (0,0563)	0,1033 (0,3352)	-0,2993 (0,0044)	0,0200 (0,8520)	-0,1723 (0,1062)	1,0000 (0,0)						
EB	-0,1015 (0,3436)	0,1809 (0,0898)	-0,0765 (0,4759)	0,0040 (0,9701)	-0,2069 (0,0517)	0,5962 (<0,0001)	1,0000 (0,0)					
CA	-0,1429 (0,1813)	0,1462 (0,1715)	-0,0331 (0,7575)	0,0747 (0,4865)	0,0254 (0,8130)	-0,1937 (0,0689)	-0,0413 (0,7005)	1,0000 (0,0)				
APP	0,6390 (<0,0001)	-0,0789 (0,4623)	-0,0467 (0,6633)	-0,1430 (0,1811)	-0,0186 (0,8626)	0,2752 (0,0090)	0,2444 (0,0210)	-0,2140 (0,0440)	1,0000 (0,0)			
APL	0,5567 (<0,0001)	0,0124 (0,9076)	-0,1045 (0,3294)	-0,0889 (0,4070)	-0,0466 (0,6644)	0,3636 (0,0005)	0,2941 (0,0051)	-0,2153 (0,0427)	0,9072 (<0,0001)	1,0000 (0,0)		
PCA	0,7890 (<0,0001)	-0,0914 (0,3940)	0,0903 (0,3998)	-0,1687 (0,1140)	0,0367 (0,7325)	0,0980 (0,3608)	0,1821 (0,0875)	-0,1966 (0,0647)	0,8710 (<0,0001)	0,7913 (<0,0001)	1,0000 (0,0)	
%PCA	-0,0715 (0,5055)	0,1632 (0,1264)	0,0194 (0,8563)	0,0181 (0,8659)	-0,0744 (0,4883)	0,5203 (<0,0001)	0,4963 (<0,0001)	-0,1741 (0,1027)	0,5001 (<0,0001)	0,5220 (<0,0001)	0,4439 (<0,0001)	1,0000 (0,0)
LCA	0,7534 (<0,0001)	-0,0097 (0,9280)	0,0266 (0,8039)	-0,1068 (0,3192)	0,0346 (0,7474)	0,1050 (0,3274)	0,1602 (0,1335)	-0,2079 (0,0506)	0,8469 (<0,0001)	0,8657 (<0,0001)	0,9333 (<0,0001)	0,4275 (<0,0001)
%LCA	-0,0526 (0,6244)	0,0470 (0,6618)	-0,1315 (0,2191)	-0,0103 (0,9236)	-0,0858 (0,4236)	0,5290 (<0,0001)	0,3857 (0,0002)	-0,1736 (0,1036)	0,5421 (<0,0001)	0,6119 (<0,0001)	0,3806 (0,0002)	0,8300 (<0,0001)

Tabela 7 – Variáveis que podem causar danos às escadas em trilhas dos núcleos Santana e Ouro Grosso no PETAR analisados através do Coeficiente de Correlação de Spearman. Probabilidade $> |r|$ com $H_0: \rho = 0$

(conclusão)		
Indic.	LCA	%LCA
DSeg		
Dc		
ISol		
EP		
EA		
Po		
EB		
CA		
APP		
APL		
PCA		
%PCA		
LCA	1,0000 (0,0)	
%LCA	0,4597 (<0,0001)	1,0000 (0,0)

Os valores entre parênteses correspondem ao valor-p para a hipótese nula de ausência de correlação. Os valores em negrito são significativos ao nível de probabilidade de 5%.

A Tabela com a descrição em ordem decrescente das correlações encontradas entre as variáveis de escadas analisadas pode ser consultada no Anexo E.

A análise de correlação entre as variáveis de avaliação das escadas foi realizada com o objetivo de auxiliar na compreensão dos elementos que afetam na quantidade de impactos, sejam de origem antrópica ou natural, de forma a direcionar caminhos para o planejamento, implantação, manutenção e monitoramento de escadas em trilhas.

De acordo com a matriz de correlação apresentada nas Tabelas 7 e 8, observa-se que as sete primeiras correlações mais altas estão relacionadas ao afundamento existente no piso do degrau. Este resultado era esperado, pois são variações do mesmo parâmetro relacionado à depressão existente no piso dos degraus.

As variáveis de afundamento do piso do degrau estão relacionadas ao uso (compactação e deslocamento de solo) e também aos impactos naturais oriundos da chuva e passagem de água.

Há correlação entre a largura (LCA) e a profundidade (PCA) com afundamentos, apontando que os impactos ocorrem de uma forma relativamente uniforme em termos espaciais no piso do degrau. Da mesma forma a área do perfil do afundamento, tanto na largura (APL) quanto na profundidade (APP), possuem correlação.

Na sequência apresenta-se a relação entre o afundamento existente no piso dos degraus (PCA, LCA, APP, APL) e a distância do segmento (DSeg). Isso se deve provavelmente à falta de estruturas de drenagem e manutenção adequadas das escadas fazendo com que a água da chuva corra pela trilha. A condição é pior em segmentos mais extensos, nos quais o volume e a velocidade da água aumentam, intensificando a possibilidade de deslocamento das partículas sólidas do piso. Segundo Parker (2004), além da declividade, o comprimento é um fator crítico de erosão na trilha. O autor afirma que um segmento de trilha com 20% de declividade e 60 cm de comprimento não se compara ao risco de erosão com uma trilha de 30 m. Desta forma, a distância do segmento é um fator importante para avaliação de impactos tanto em trilhas quanto em escadas.

Interessante notar que nas trilhas, a declividade é um fator importante na questão da erosão causada pela água. Parker (2004) observa que quanto maior a declividade maior a probabilidade de a água escoar, formando maior volume e velocidade. Outros autores como Helgath (1975), Birchard e Proudman (2000), também identificaram a declividade acentuada como um fator de aumento dos impactos em trilhas. No entanto, a declividade (D_c), nesta pesquisa não apresentou correlação. Isto se deve, provavelmente, ao fato de serem as escadas, estruturas com dimensões (altura e profundidade de degraus) fixas que se repetem, independentemente do grau de inclinação de um terreno, diferindo apenas na quantidade de degraus.

A presença de poça (P_o) apresentou correlação com a presença de erosão na base do degrau (EB), porcentagem de afundamento (largura – %LCA; e profundidade - %PCA) e área do perfil do afundamento (largura – APL; e profundidade - APP). A primeira combinação, da poça com a erosão na base do degrau ocorre, possivelmente, por problemas de drenagem na trilha, isto é, a água corre pela trilha e esse movimento colabora com o carregamento de materiais do piso e com a deterioração do mesmo pelo excesso de umidade. Na Figura 34, percebe-se a erosão na base do degrau e a água correndo pelo leito da trilha.



Figura 34 – Erosão em base de degrau no Núcleo Ouro Grosso

A erosão da base de degraus ocorre principalmente devido à ação do efeito de turbilhonamento, isto é, a partir da concentração de fluxo de água ocorre o deslocamento vertical até a base do degrau onde forma uma corrente que aos poucos vai desagregando o solo em direção à parte interna do degrau. Este processo é descrito por Morgan (1986) na Figura 35.

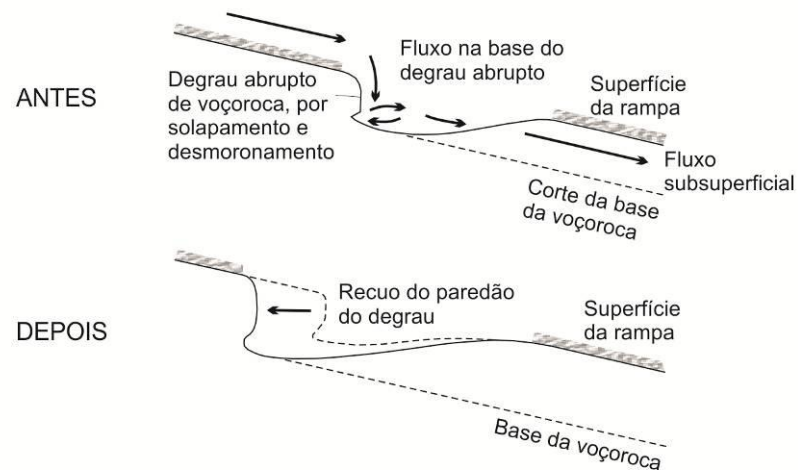


Figura 35 – Efeito de turbilhonamento no processo erosivo
 Fonte: Morgan (1986)

A variável presença de poça (Po) também está relacionada à insolação (ISol), porém de forma inversa. Desta forma comprova-se que a quantidade de radiação solar recebida, dependente da orientação da trilha, interfere na quantidade de poças ou umidade no piso das escadas.

É interessante observar, ao analisar o gráfico de porcentagem de segmentos de escada por orientação, que a Trilha da Saída do Couto se destaca das outras trilhas pela quantidade de segmentos com face sul, o que pode explicar os problemas existentes de empoçamentos e erosão (Figura 36). No entanto, esta variável não deve ser avaliada isoladamente, visto que na Trilha do Betari, apesar de ter metade da orientação norte e metade Oeste ou Leste, também apresenta sérios problemas de empoçamentos.

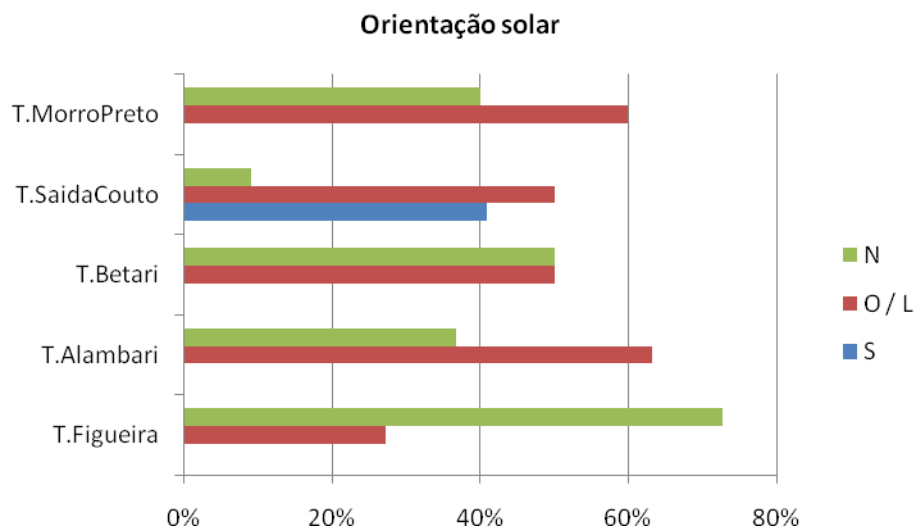


Figura 36 – Porcentagem de segmentos de escadas por orientação solar, por trilha avaliada

A relação da quantidade de poça (Po) com a porcentagem de afundamento (largura - %LCA; e profundidade - %PCA) e área do perfil do afundamento (largura e profundidade) é coerente, já que a poça existe exatamente por existir afundamento no piso do degrau.

A presença de copas de árvores (CA) apresentou correlação negativa com a área do perfil da profundidade (APP) e largura (APL), isto é, na medida em que aumenta a quantidade de copas diminui a área do perfil de afundamento tanto da largura quanto da profundidade do degrau. A partir deste dado pode-se inferir que os impactos de gotas de chuva podem influenciar na qualidade da superfície do piso dos degraus, principalmente pelo deslocamento de partículas que favorecem a formação de afundamentos, poças e, conseqüentemente, dificultando a drenagem da água para fora do leito da trilha.

Salienta-se que as gotas de chuva são agentes tanto da compactação quanto da dispersão de solo. O efeito da compactação através de uma crosta superficial, geralmente de poucos milímetros, reduz a capacidade de infiltração e a dispersão do solo permite que seja transportado por agentes erosivos como o vento e a água (MORGAN, 1986). Bertoni e Lombardi Neto (2005) ainda afirmam que a erosão por salpicamento ou impacto da gota de chuva é entendido atualmente como o primeiro e mais importante estágio do processo de erosão. E por fim, Gray e Leiser (1989)

ressaltam que, em solo exposto, enorme quantidade de partículas de terra pode se espalhar no ar, citando uma estimativa de mais de 24 kg/m² sendo espalhados no ar em uma tempestade.

Assim, a redução dos impactos das gotas de chuva com a presença de elementos como copas de árvores pode auxiliar na minimização da deterioração do piso de degraus por ação da chuva.

A análise do perfil de afundamento dos pisos dos degraus foi feita comparando-se os gráficos resultantes (Figura 37), além de fotos para conferência de dados.

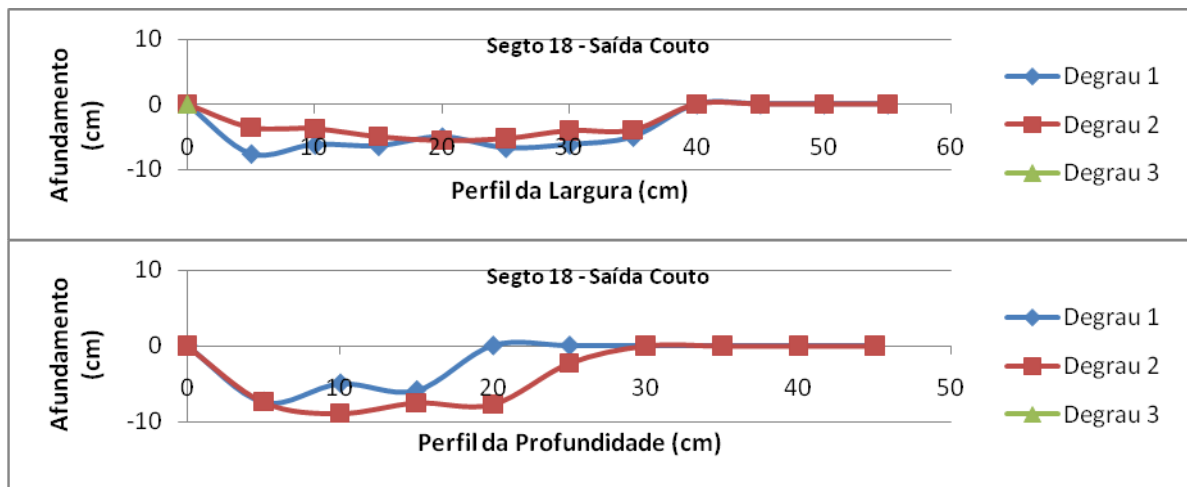


Figura 37 - Exemplo de gráficos da profundidade (acima) e largura (abaixo) dos degraus

Do total de 579 degraus analisados, 134 (23%) não apresentavam afundamentos, 27 (5%) encontravam-se quebrados e seis segmentos (6%) foram descartados por estarem completamente deteriorados. O detalhamento de perfis foi feito no restante dos degraus que apresentavam algum tipo de afundamento, ou seja, em 418 degraus, o que representa 72% dos degraus avaliados.

Os dados do perfil da profundidade dos degraus apontam maior afundamento no fundo do degrau (54%), seguido do meio (41%) e borda (4%), indicando o desgaste causado pela água que corre pela trilha, vindo do degrau imediatamente superior. Outro fator que contribui para essa conclusão é o fato de não existirem estruturas adequadas de drenagem que permitam a saída da água da trilha ao invés de seguir pelo leito da mesma. Acredita-se não ser resultado de pisoteio de usuário, pois é mais confortável o uso de sua parte mais central ou a borda para o caminhamento.

Na Tabela 8 visualiza-se a localização dos pontos de maior afundamento na largura dos degraus e outras condições (degraus sem afundamento, quebrados e segmentos descartados).

Tabela 8 - Localização dos pontos de maior afundamento no perfil da largura dos degraus

Núcleo	Trilha	Ponto de maior afundamento			Outras condições			Total de degraus
		Esq.	Meio	Dir.	Sem*	Quebr.*	Descart.*	
Ouro	Figueira	65%	19%	1%	15%	0%	0	81
Grosso								
Ouro	Alambari de Baixo	57%	9%	0%	34%	0%	0	117
Grosso								
Santana	Betari	96%	4%	0%	0%	0%	0	23
Santana	Saída Couto	64%	19%	0%	6%	11%	6	121
Santana	Morro Preto	47%	14%	1%	32%	6%	0	237
	Geral	57%	14%	1%	23%	5%		100%

* **Sem** – degraus sem afundamento; **Quebr.** – degraus quebrados; **Descart.** – segmentos descartados

Destacam-se, nessa tabela, o predomínio de áreas mais fundas no lado esquerdo do degrau, representando 57% do total dos degraus com afundamento. O afundamento no meio vem em seguida com total de 14% e com apenas 1% o afundamento do lado direito.

Essa proporção é bastante heterogênea e ao revisar as fotos dos segmentos, principalmente na Trilha do Morro Preto, percebeu-se uma característica que pode explicar os resultados obtidos na análise. A vala lateral do conjunto de escadas ocorre sempre o lado esquerdo, provavelmente por decisão daqueles que planejaram e implantaram as escadas. Assim, no ziguezague desta trilha, a vala mais profunda encontra-se do lado esquerdo, para quem sobe a mesma, e segue continuamente, uma hora junto ao talude, outra no lado oposto do talude (Figura 38).

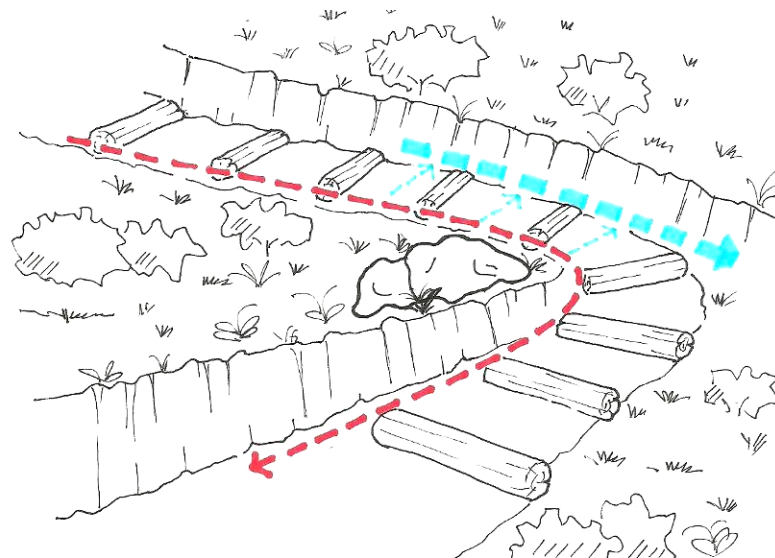


Figura 38 - Em vermelho a situação atual, com vala acompanhando o lado esquerdo da trilha, para quem sobe a mesma, e em azul como deveria ser se cumprisse critérios técnicos construtivos

As trilhas em ziguezague são muito conhecidas pela dificuldade de implantação e exigem cuidados especiais no seu planejamento.

O correto, neste caso, seria direcionar o escoamento da água para fora da trilha na parte superior de cada rampa, como mostram as setas pequenas azuis na Figura 38. Na medida em que se aproxima da curva da trilha, a direção de escoamento deve ser invertida para que a água escorra para fora da trilha acompanhando o talude superior. A inversão é necessária para que a água não retorne imediatamente à trilha na rampa inferior, justamente em seu trecho mais frágil, provocando deterioração dessa região, além do aumento do volume e velocidade da água, o que contribui no aumento de erosão (Figura 39).

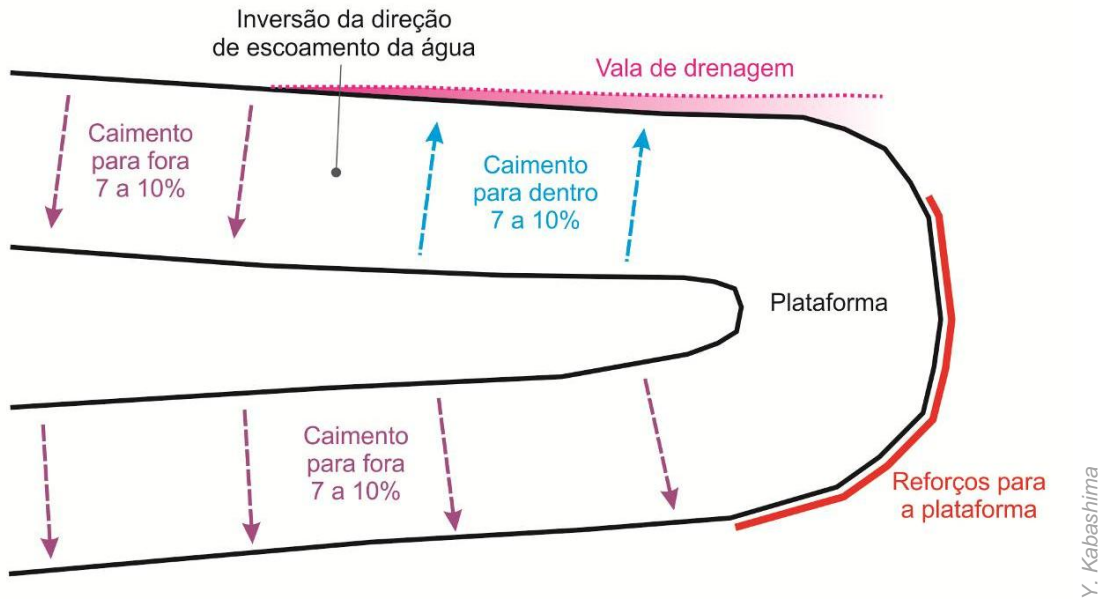


Figura 39 - Vista superior do sistema de drenagem de uma trilha em ziguezague (baseado em IMBA, 2001; LECHNER, 2006; USDA, 2004)

De forma geral, foram registradas duas situações básicas de localização dos degraus: acompanhando a topografia do terreno (Figura 40) e acompanhando a linha de queda d'água do terreno (Figura 41). Em ambos os casos a existência de valas laterais ou a localização na extremidade do terreno propiciam o desgaste de suas bordas, isto é, sem reforço desses pontos, as bordas, ao longo do tempo sofrem processo de erosão. No caso das valas, deve-se tomar cuidado especial para evitar longos segmentos, pois aumentam o volume e a velocidade da água, propiciando a erosão nos degraus.

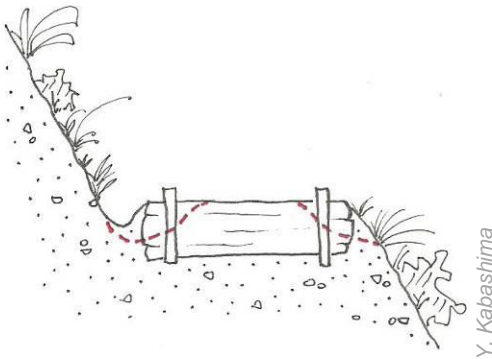


Figura 40 - Escada acompanhando a topografia

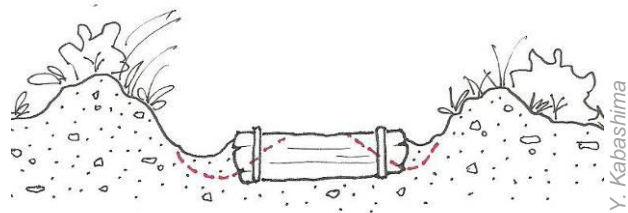


Figura 41 - Escada em linha de queda d'água

A partir dos dados de perfil, observou-se a existência de três tipos principais de causa de afundamento nos degraus, como pode ser observado na Figura 42.

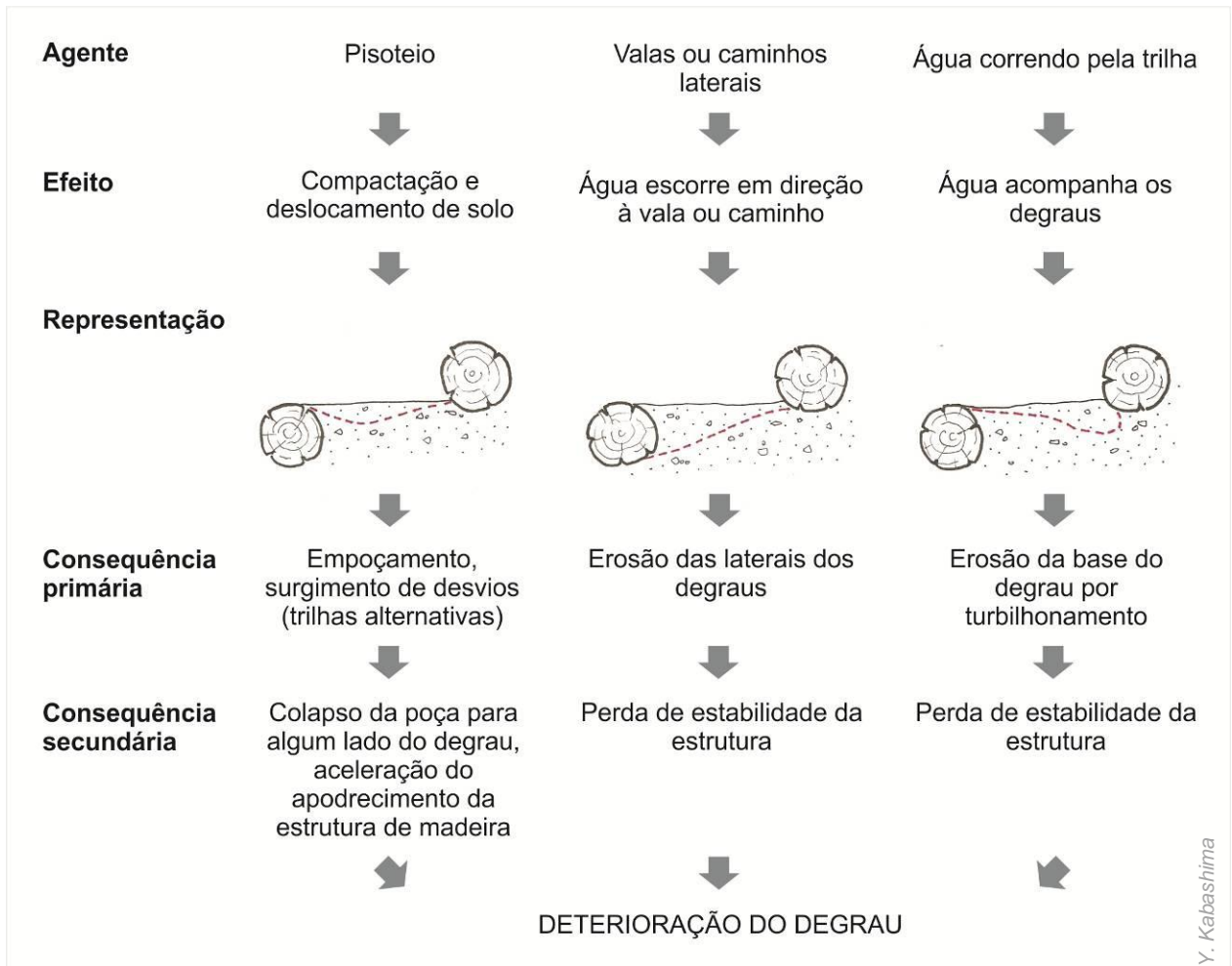


Figura 42: Três tipos principais de afundamento

O primeiro agente causador do afundamento do piso dos degraus é a compactação e deslocamento do solo a partir, principalmente do uso, isto é, pisoteio. O afundamento localiza-se entre a ponta próxima ao tronco até um pouco mais da metade, no sentido da profundidade.

No segundo caso, o desgaste ocorre pelo desgaste e caminho natural de escoamento da água, pelas laterais mais baixas, que podem ser tanto valas propositalmente criadas para drenagem, quanto pela criação de caminhos alternativos. É importante lembrar que as escadas que não proporcionam conforto costumam ser evitadas pelos usuários. Segundo USDA (2004), os praticantes de caminhada, em

especial os mochileiros geralmente não gostam de escadas e tendem a criar caminhos paralelos sempre que possível.

O terceiro caso ocorre pela ação da água que escoar pela trilha, pela queda da mesma de um degrau para outro e pelo efeito de turbilhonamento, já descrito anteriormente (Figura 35).

Em todos os casos, isoladamente ou em conjunto, sem o manejo adequado, tem por consequência a deterioração do degrau, cuja substituição e reparo pode vir a ser muito custoso. Nem sempre o acréscimo de solo é suficiente mesmo com trabalho de compactação, pois esse não terá a estrutura de solo original. Em muitos casos, segmentos inteiros de escada acabam sendo substituídos, gerando maiores custos à instituição responsável pela trilha. Vale ressaltar que essas ações de substituição, sem um manejo adequado do escoamento da água, apesar do gasto com recursos físicos e humanos, o quadro voltará a se repetir em pouco tempo, já que a causa do problema não foi sanada.

Nota-se também que nos três casos a água é marcante no processo erosivo, representando o elemento principal do deslocamento de solo no segundo e terceiro caso. E no primeiro caso a água, principalmente a empoçada, contribui para o aumento do afundamento do piso e sua degradação (BRYAN, 1977), podendo também incentivar a criação de desvios pelos usuários.

Cole (1991), a partir do monitoramento de três trilhas em Selway-Bitterroot Wilderness, conclui que o agente principal do afundamento é a água corrente relacionada a fatores ambientais como declividade e tipo de solo. Neste trabalho realizado no PETAR observou-se que a declividade não é um aspecto relevante, no entanto, o tipo de solo ou material empregado na construção das escadas representa fator importante para a manutenção das mesmas.

As escadas precisam de reforços estruturais com uso de materiais resistentes, por exemplo, a mistura de rochas e/ou brita de diferentes tamanhos no piso do degrau e compactação, levando-se em consideração que estas escadas encontram-se em região de grande umidade. Esse reforço tem por função auxiliar no retardamento dos três tipos de afundamento.

Os degraus sem afundamento localizam-se predominantemente nas trilhas Alambari de Baixo (Núcleo Ouro Grosso) e Morro Preto (Núcleo Santana), exatamente as trilhas que possuem menor quantidade de degraus na linha de queda d'água (Tabela 9).

Tabela 9 - Relação de trilhas com degraus sem afundamento e localização na linha de queda d'água

Núcleo	Trilha	Sem afundamento	Linha de queda d'água
Ouro Grosso	Alambari de Baixo	34%	12%
Santana	Morro Preto	32%	15%
Ouro Grosso	Figueira	15%	22%
Santana	Saída da Couto	6%	55%
Santana	Betari	0%	100%

A trilha que se destaca é a do Betari, com 100% de seus degraus em linha de queda d'água. Apesar de não apresentar degraus quebrados ou segmentos excluídos, apresenta empoçamento todos os degraus, o que não ocorre em nenhuma outra trilha.

Como esperado, a trilha em piores condições, destacando-se pela quantidade de degraus quebrados e segmentos descartados, é a Trilha da Saída do Couto, que possui 55% de seus degraus na linha de queda d'água do terreno. Segundo Bryan (1977), trilhas localizadas na linha de queda d'água estão expostas ao risco de severas erosões, independentemente da declividade.

O agrupamento de similaridades da Tabela 9 pode ser observado no Dendrograma da Figura 43. A primeira similaridade ocorreu entre trilhas Alambari de Baixo e Morro Preto, com características bastante similares em relação à menor quantidade de problemas nos degraus e ter melhor traçado. Em seguida a semelhança entre as trilhas da Figueira e da Saída do Couto, marcados principalmente pela presença de segmentos de escadas em linha de queda d'água e conseqüentemente com maior quantidade de degraus deteriorados. E por fim, a Trilha do Betari aparece isolado, o que pode ter sido causado pela quantidade muito inferior de degraus em relação às demais trilhas.

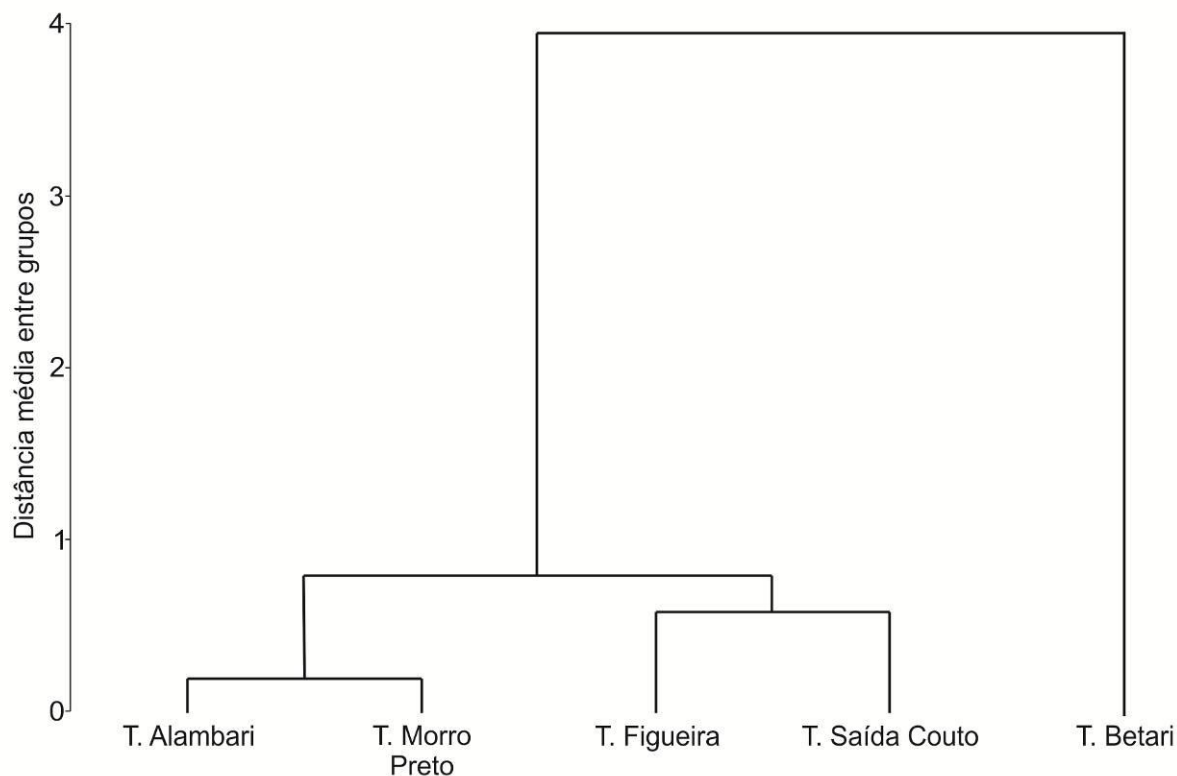


Figura 43 – Dendrograma das trilhas estudadas pelo Método das Distâncias Médias

Nos segmentos de trilhas levantados predomina a presença de valas laterais de drenagem, seja por construção proposital, seja pelo surgimento a partir de desvios feitos por usuários. Além disso, estruturas recomendadas por técnicas de construção de trilhas para drenagem de água, como a declividade lateral (Figura 44) ou valas transversais à trilha (Figura 45), especialmente no topo dos segmentos de escadas, são inexistentes. Em ambos os casos, por não estarem adequadamente planejados e/ou construídos, ocorrem problemas como erosão excessiva de umidade no piso, promovendo ao longo do tempo a deterioração das escadas e alargamento da trilha pela criação de desvios.

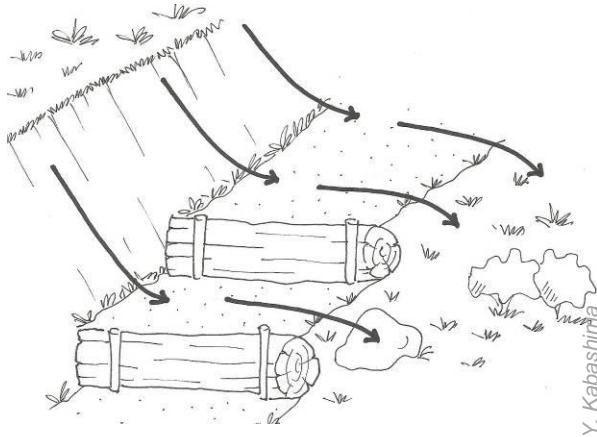


Figura 44 – Drenagem lateral, permitindo que a água siga seu curso natural

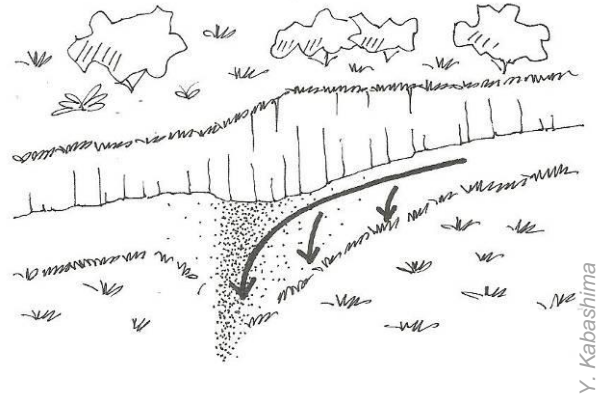


Figura 45 – Vala de drenagem transversal à trilha (baseado em LECHNER, 2006)

Em muitos pontos a água percorre o caminho das escadas pelo fato da borda crítica (Figura 46) estar obstruída (Figura 47), não permitindo o escoamento natural da água para fora da trilha.

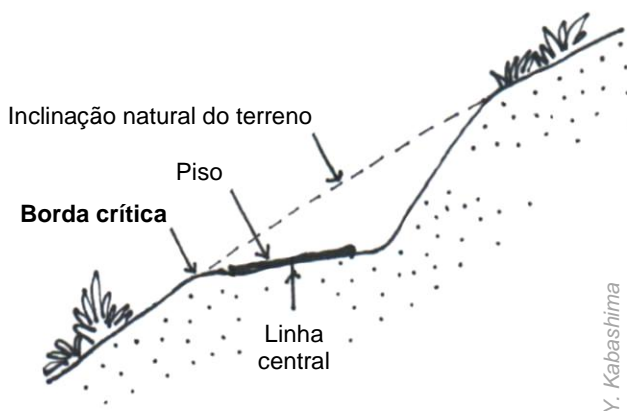


Figura 46 – Borda crítica de uma trilha (baseado em LECHNER, 2006)



Figura 47 – Situação com a borda crítica obstruída e rastro do caminho da água

Uma trilha eficiente está relacionada ao interesse do usuário em permanecer nela espontaneamente, em contraposição com a vontade de criar caminhos alternativos ou atalhos. As trilhas e as estruturas existentes ao longo do seu percurso devem ser mais fáceis e rápidas de serem percorridas do que em caminhos alternativos. O acesso aos locais aonde se quer chegar deve ser razoavelmente direto, conforme as condições do terreno e propósito da trilha (PARKER, 2004). Sem a localização adequada do degrau, a drenagem bem feita, ergonomia que promova

conforto aos usuários e piso regular, esses caminharão por fora da trilha, degradando áreas do entorno (BIRCHARD; PROUDMAN, 2000; DEMROW; SALISBURY, 1998; LECHNER, 2006; PARKER, 2004; USDA, 2004).

Outro fator que favorece a criação de caminhos paralelos é o tamanho dos grupos e seu comportamento. Grupos grandes que não são orientados para permanecerem em fila indiana tendem a andar de forma dispersa, aumentando a área de pisoteio. Ocorre também a diferença de velocidade da caminhada, isto é, quando um grupo é muito mais lento que o outro, a tendência é de ultrapassagem, muitas vezes saindo do leito da trilha.

Neste trabalho não foi contemplada a avaliação do comportamento dos usuários, pois atualmente o Parque possui regras mais rigorosas em relação à visitação, com saídas aos atrativos distribuídos por intervalos de tempo específicos, além do acompanhamento obrigatório de um monitor cadastrado, o que diminui a possibilidade de registrar usuários caminhando fora da trilha. Além disso, pela existência dessas normas, um comportamento esperado é de monitores, percebendo a presença dos pesquisadores, controlarem seus grupos mais do que normalmente fazem, com receio de estarem sendo fiscalizados, sendo difícil, assim, obter informações reais sobre o comportamento dos visitantes.

Desvios nas escadas também foram analisados levando-se em consideração os principais fatores físicos que levam à criação de caminhos paralelos. Foram anotados todos os possíveis motivos para evitar-se a passagem pelo degrau, o que resultou em seis fatores: altura do degrau, degrau quebrado, largura do degrau, piso irregular, poça e traçado ruim, aqui entendido como traçado acompanhando a linha de queda d'água do terreno (Figura 48). Observa-se que o fator profundidade foi descartado no gráfico por praticamente não ter apresentado problema em todas as trilhas, possuindo a profundidade mínima para caminamento.

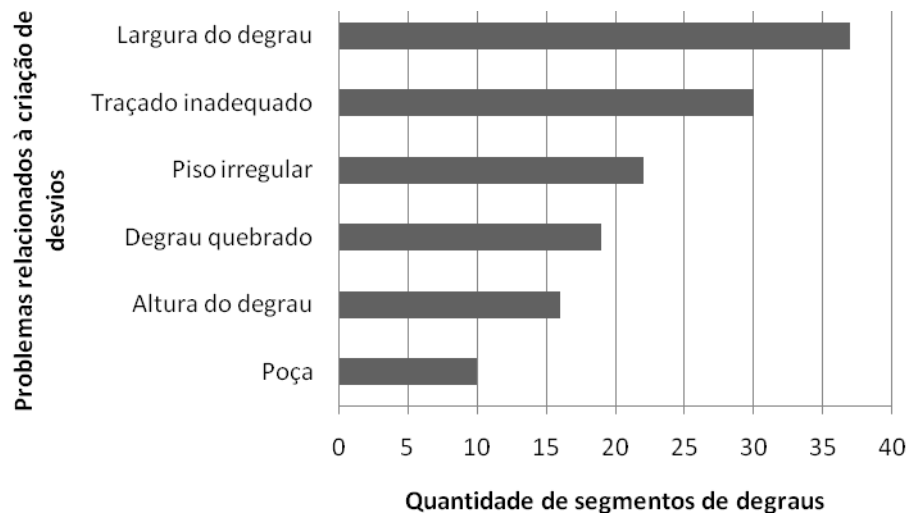


Figura 48 – Variáveis relacionadas à criação de desvios na lateral das escadas

O fator que mais se destaca é a largura do degrau. Destacam-se neste caso degraus estreitos e que ao mesmo tempo possuem espaços laterais suficientes para confortável caminhamento em seu entorno. Acredita-se que sejam caminhos criados para desvio dos degraus ou valas de drenagem rasas construídas que se confundem com piso de trilha. Associa-se a isto o fato de serem trilhas com maior visitação no Parque, situação na qual se torna difícil controlar todos os usuários de forma a mantê-los na trilha em fila indiana, especialmente em trechos mais estreitos.

A largura média dos degraus oscila entre 80 e 90 cm, sendo menor apenas da Trilha Alambari de Baixo, com 68 cm (Tabela 10). Variações na largura dos degraus se devem a fatores como área acidentada, afloramento rochoso e implantação de degraus com dimensões inadequadas. Apenas na Trilha do Betari, onde segmentos de escada se encontram em local pouco acidentado e sem interferências naturais como afloramentos rochosos, a largura não possui diferenças significativas.

Tabela 10 - Variação das larguras dos degraus das escadas em cm

	T. Betari	T. Saída do Couto	T. Morro Preto	T. Figueira	T. Alambari de Baixo
Largura máxima	102	106	117	120	103
Largura mínima	72	56	50	48	50
Largura média	88	82	87	88	68
Amplitude das larguras	30	50	67	72	53

O traçado inadequado, equivalente a aproximadamente 30% dos segmentos analisados, concentram-se principalmente nas trilhas da Saída do Couto e do Betari. É importante ressaltar que esses locais de traçado inadequado também coincidem com os locais com maior quantidade de afundamentos, resultando em desconforto e falta de segurança, o que pode levar o usuário a criar desvios nesses trechos. Degraus quebrados, piso irregular e altura não ergonômica, quando excessivo, naturalmente fazem com que as pessoas evitem o local, pelo desconforto e falta de segurança.

A presença de poça no gráfico das variáveis relacionadas à criação de desvios não se mostrou um dos principais fatores que acarretam a criação de caminhos alternativos. Isso provavelmente está relacionado ao fato de se tratar de visitas em cavernas e rios, muitas vezes com passagem pela água. Uma vez que o visitante está com roupas molhadas, com calçados cheios de água e barro, uma poça não se tornará um motivo para desvio da trilha principal.

Embora a ergonomia nos degraus não tenha apresentado correlação com as outras variáveis, é preciso lembrar que medidas adequadas proporcionam ao usuário maior conforto, qualidade de experiência e menores riscos de acidentes. Um degrau com profundidade muito curta dificulta o apoio, enquanto que a profundidade excessiva causa desconforto na passada natural do caminhar. Nos degraus levantados apenas um possuía profundidade um pouco menor que o ideal. O que mais contribuiu para o resultado do gráfico apresentado na Figura 49 foi a presença de degraus mais

profundos que o padrão, o que apesar de não oferecer riscos ao usuário, pode proporcionar certo desconforto no caminhamento.

A altura, além dos itens já citados, pode oferecer sérios riscos de acidente quando em excesso, ou até mesmo causar dificuldade ou impossibilidade de sua transposição, dependendo da altura e da condição física da pessoa. Observa-se na Figura 49 que os degraus com altura adequada não chegam a 30%.

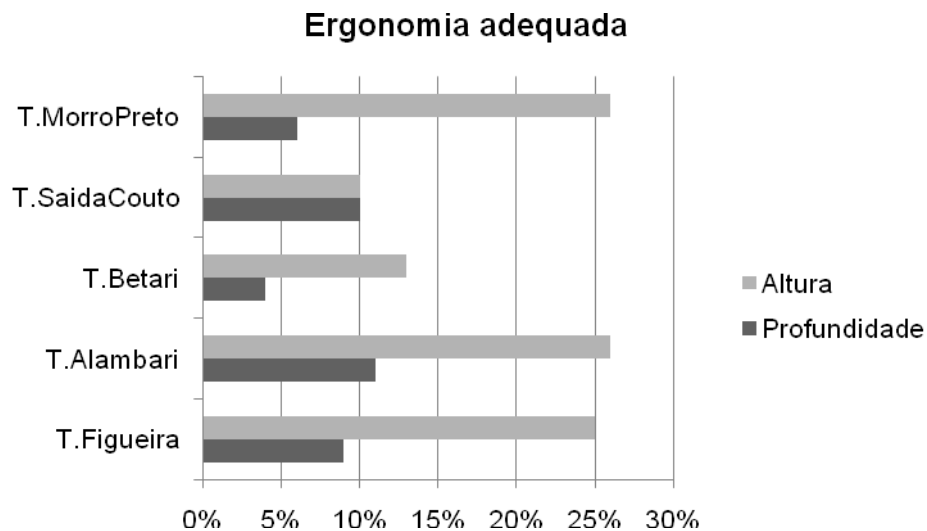


Figura 49 – Porcentagem de degraus com medidas (altura e profundidade) adequadas nas trilhas estudadas

Apesar de nem todos os fatores serem passíveis de um levantamento prático, simples e rápido, eles são importantes para subsidiar trabalhos de avaliação de impactos de visitação em unidades de conservação. Segundo SÃO PAULO (2010a), o conhecimento científico disponível ainda é limitado, fazendo com que sejam utilizados indicadores qualitativos em vários critérios que deveriam ser avaliados de forma quantitativa.

A Tabela 11 apresenta a comparação de avaliação de trilhas naturais comuns e escadas em seu percurso. Os itens que se repetem são os que poderiam ser utilizados da mesma forma que se faz em trilhas e em negrito os itens a acrescentar pelo diferencial das escadas. É importante destacar que não foram consideradas questões especificamente relacionadas à vegetação, fauna, vandalismo e saneamento.

Tabela 11 - Comparativo de avaliações físicas das trilhas e escadas em trilhas

(continua)

Trilhas naturais comuns	Escadas em trilhas naturais
Número de raízes ou rochas expostas	Número de raízes expostas
Rugosidade ou irregularidade do piso que dificulte o caminhamento	Rugosidade ou irregularidade do piso que dificulte o caminhamento
Serrapilheira, através da aparência e/ou quantidade	Não se aplica
Número de trilhas não oficiais com registro da possível causa de sua criação	Presença de trilhas não oficiais com registro da possível causa de sua criação
Erosão lateral ou em sulco / canal	Erosão lateral ou em sulco / canal
Problema de drenagem – empoçamentos, locais com lama / muita umidade	Problema de drenagem – empoçamentos, locais com lama / muita umidade
Largura da trilha	Largura do degrau Profundidade do degrau Altura do degrau (espelho) Distância do segmento de degraus
Perfil da largura / área da seção transversal da trilha	Perfil / área da seção transversal da largura do piso do degrau Perfil / área da seção transversal da profundidade do piso do degrau
Medição do ponto de maior profundidade da largura da trilha	Medição do ponto de maior profundidade da largura do degrau Medição do ponto de maior profundidade da profundidade do degrau
Risco ao usuário – escorregar, queda, torções, etc.	Risco ao usuário – escorregar, queda, torções, etc.
Declividade do segmento uniforme de trilha ou declividade paralela	Não se aplica
Declividade lateral ou declividade perpendicular (uma medição por segmento)	Declividade lateral de cada degrau
Estruturas de drenagem bloqueadas por queda de vegetação, sedimentação	Estruturas de drenagem bloqueadas por queda de vegetação, sedimentação
Falta de estrutura de drenagem	Falta de estrutura de drenagem, especificamente no topo de segmentos de escadas

Tabela 11 - Comparativo de avaliações físicas das trilhas e escadas em trilhas

(conclusão)

Trilhas naturais comuns	Escadas em trilhas naturais
	Erosão na base dos degraus
	Ergonomia dos degraus
	Existência de cobertura de copa

Apesar de serem apresentados na Tabela 12 ampla gama de indicadores para escadas, nem todos devem ser utilizados em trabalhos de monitoramento, por demandarem muito tempo ao necessitarem de habilidades ou conhecimentos técnicos específicos.

São propostos, a seguir, os principais indicadores e seus padrões para escadas de trilhas feitas com troncos de madeira.

Tabela 12 - Indicadores das escadas e seus padrões

(continua)

Indicador	Padrão
1 Existência de raízes expostas	Ausência de raízes expostas
2 Rugosidade ou irregularidade do piso que dificulte o caminhamento	Piso regular
3 Presença de trilhas não oficiais e seu motivo	Ausência de trilhas não oficiais
4 Largura do degrau	Acompanha largura da trilha: <ul style="list-style-type: none"> • Pedestre, cavaleiro, ciclista: 60 – 95 cm • Cadeirante: 95 – 125 cm • Urbano / multiuso: 95 – 250 cm (LECHNER, 2006)
5 Profundidade do degrau	Mínimo 25 a 30 cm (Mairie, 1965; Oberg, (1980) Observa-se que podem ser utilizadas profundidades maiores, como no caso de degraus de passo duplo, mas este deve ser projetado com muito cuidado para não causar desconforto no caminhamento
6 Altura do degrau	De 16 a 18 cm (Mairie, 1965; Oberg, (1980)

Tabela 12 - Indicadores das escadas e seus padrões

(conclusão)

	Indicador	Padrão
7	Distância do segmento de degraus	Menor possível, caso seja inevitável o uso de muitos degraus, procurar criar vários segmentos ao invés de um único
8	Pontos de maior afundamento no piso do degrau	Ausência de afundamento no piso do degrau
9	Estruturas de drenagem bloqueadas por queda de vegetação, sedimentação	Estruturas desobstruídas e atendendo a sua função
10	Presença de estrutura de drenagem no topo de segmentos de escadas	Presença de estruturas de drenagem como valas, barragens de água e inclinação lateral de 7% a 10% (LECHNER, 2006)
11	Erosão na base dos degraus	Ausência de erosão na base do degrau

Lembra-se que apesar dos padrões indicados na Tabela 12, por se tratar de infraestrutura em áreas naturais, é importante o uso do bom senso e que se evite o excesso de rigor a ponto de descaracterizar em demasia a área e seu entorno.

A seguir na Tabela 13 uma breve descrição dos 11 indicadores, com função, forma de coleta, principais agentes, ações necessárias e dificuldades.

Tabela 13 - Descrição dos indicadores selecionados para avaliação e monitoramento de escadas feitas com troncos de madeira

(continua)

INDICADOR	FUNÇÃO	FORMA DE COLETA	PRINCIPAIS AGENTES	AÇÕES NECESSÁRIAS	DIFICULDADES
1. Existência de raízes expostas	Interferência na saúde da vegetação do entorno, especialmente árvores e arbustos (raiz)	Observação	Problemas de drenagem, compactação e deslocamento de solo por uso, falta de manutenção	Cobertura com solo, mistura de solo com rochas ou uso de manta geotêxtil, alteração de traçado, construção de passagens suspensas	Dificuldade de mensuração do grau de impacto. No caso do método da contagem, observa-se que a quantidade de raízes não proporciona informação precisa, isto é, a quantidade de raízes pode estar relacionada a vários indivíduos ou ao mesmo indivíduo, assim como as dimensões também são de difícil mensuração, além de depender de cada espécie
2. Rugosidade ou irregularidade do piso do degrau que dificulte o caminhamento	Verificar a alteração do sistema de drenagem; verificar qualidade do caminhamento (conforto e segurança)	Observação	Falta de planejamento e/ou implantação adequados, problemas de drenagem, compactação e deslocamento de solo por uso, falta de manutenção	Regularização do piso com acréscimo de materiais como solo e brita, retirada ou corte de rochas, alteração de traçado	Avaliação subjetiva, dificuldade de definir exatamente o limite da irregularidade, devido a características das áreas naturais
3. Presença de trilhas não oficiais com registro da possível causa de sua criação	Verificar sinais de necessidade de ações de manejo da trilha	Observação e dependendo do caso há necessidade de percorrer toda a trilha não oficial para descobrir o motivo de sua criação. Mais do que quantidade, importa o motivo de sua existência	Criação de atalhos, busca de atrativos mais interessantes, percurso desconfortável, falta de drenagem adequada, falta de sinalização, falta de informações, falta de fiscalização	Através do levantamento da causa, planejar estratégias e se necessário fechamento e recuperação da vegetação na trilha não oficial.	Nem todas as trilhas não oficiais podem ser classificadas quanto ao motivo de sua criação nas proximidades da trilha que está sendo avaliada

Tabela 13 - Descrição dos indicadores selecionados para avaliação e monitoramento de escadas feitas com troncos de madeira

(continuação)

INDICADOR	FUNÇÃO	FORMA DE COLETA	PRINCIPAIS AGENTES	AÇÕES NECESSÁRIAS	DIFICULDADES
4. Largura do degrau	Verificar se a medida atende as necessidades do usuário (tipo de usuário, tamanho de grupos, tipo de comportamento)	Medição com trena simples	Projeto inadequado, uso de material com dimensões inadequadas, deterioração da estrutura	Reestudo do degrau (tipo de usuário, largura adequada para o mesmo), reforma do degrau com dimensões adequadas	Há certo nível de subjetividade na medição dos pontos iniciais e finais da largura dos degraus
5. Profundidade do degrau	Verificar se proporciona conforto e segurança ao usuário	Medição com trena simples	Planejamento ou execução inadequada	Correção da profundidade do degrau, com mínimo necessário	-
6. Altura do degrau (espelho)	Verificar se proporciona conforto e segurança ao usuário	Medição com trena simples	Planejamento ou execução inadequada, erosão do patamar ou degrau inferior	Correção da altura do degrau, reestruturação da escada	-
7. Distância do segmento de degraus	Verificar a possibilidade de intensificação dos impactos relacionados à erosão / drenagem	Medição com trena simples	Planejamento, condições naturais da área, condições de zoneamento da área	Sempre que possível diminuir a distância dos segmentos ou criar blocos de segmentos mais curtos	-

Tabela 13 - Descrição dos indicadores selecionados para avaliação e monitoramento de escadas feitas com troncos de madeira

(conclusão)

INDICADOR	FUNÇÃO	FORMA DE COLETA	PRINCIPAIS AGENTES	AÇÕES NECESSÁRIAS	DIFICULDADES
8. Pontos de maior afundamento no piso do degrau	Verificar a origem e tipo de impactos relacionados à erosão / drenagem	Identificação dos pontos por observação	Erosão, compactação, deslocamento do solo	Regularização do piso com acréscimo de materiais como solo e brita, retirada ou corte de rochas, reforço estrutural	Pode existir dificuldade de definir os pontos de maior afundamento ou até que ponto é considerado afundamento para ser marcado na avaliação
9. Estruturas de drenagem bloqueadas por queda de vegetação e sedimentação	Verificar necessidade de manutenção	Observação de existência ou não e apontar tipo de obstrução	Queda de vegetação (árvores, arbustos, galhos), sedimentação, deslizamento de rochas, etc.	Manutenção com retirada do material que está obstruindo a estrutura de drenagem	Algumas pessoas podem sentir dificuldade para identificar presença de estruturas de drenagem como as valas
10. Presença de estrutura de drenagem em topo de segmentos de escadas	Verificar se existe estrutura de drenagem importante para auxiliar na drenagem adequada da trilha	Avaliação visual	Falta de planejamento / conhecimento técnico	Criação de estrutura de drenagem (ex. vala de drenagem, leve inclinação lateral do piso)	Necessário conhecimento técnico para identificar a estrutura
11. Erosão de base dos degraus	Verificar se a água corre pelo leito da trilha	Avaliação visual	Problema de drenagem	Substituição do degrau e correção da drenagem	Identificar fases iniciais da erosão por pessoas sem conhecimento técnico

Observa-se que o número de trilhas não oficiais foi substituído por presença de trilhas não oficiais e registro da possível causa de sua criação, por entender que mais do que a simples quantidade de trilhas, é indispensável saber o motivo de sua existência. Além disso, a contagem do número de trilhas não oficiais ligadas à trilha oficial não é capaz de revelar qual a amplitude dos seus impactos, por exemplo, área ou extensão ocupada pela trilha não oficial.

O perfil transversal da largura e profundidade e a medição do ponto mais fundo no piso foram substituídos por pontos de maior afundamento, de forma a gerar informações mais rápidas sobre as principais causas de erosão e problemas de drenagem, apenas com observação, apesar de se tornar mais subjetivo. Este indicador deverá passar por testes antes de sua aplicação para verificar se há necessidade de técnicos especializados para conseguir indicar esses pontos.

Indicadores não selecionados e seus motivos:

1. Erosão lateral: o levantamento dos pontos de afundamento já pode indicar as erosões laterais.
2. Problema de drenagem (empoçamentos, locais com lama / muita umidade): problemas de drenagem podem ser identificados pelos pontos de afundamento, presença de erosão na base do degrau.
3. Perfil / área da seção transversal da largura e profundidade do piso do degrau: exige tempo e habilidade para levantamento de informações.
4. Medição do ponto de maior afundamento da largura e profundidade do degrau: dificuldade de definir exatamente o ponto mais profundo do piso, sem fazer medições de vários pontos.
5. Risco ao usuário (escorregar, queda, etc.): muito subjetivo; observações específicas como locais com risco de deslizamento podem ser relatadas no item observações de uma planilha de dados.
6. Declividade lateral de cada degrau: dificuldade de medição, principalmente pelo fato de ser raro encontrar degraus com pisos homogêneos, sem rugosidade ou irregularidade. Uma pequena pedra no local da medição pode alterar drasticamente o grau de inclinação.

7. Ergonomia dos degraus: este item pode ser analisado através dos indicadores de dimensão dos degraus.
8. Existência de cobertura de copa: necessidade de pesquisar formas mais fáceis e sem excesso de distorção para levantar essa informação. O método utilizado neste trabalho demanda habilidade e tempo.

Com base na seleção de indicadores, propõem-se fichas de avaliação e monitoramento de impactos em escadas. Acredita-se que o censo seja mais pertinente que a amostragem, neste contexto, pela característica das escadas e por serem estruturas, em geral, pontuais que não ocorrem necessariamente ao longo de toda a trilha.

Dois modelos foram desenvolvidos, o primeiro (Figura 50) mostra uma ficha com a avaliação dos degraus um a um e figura para ser marcada. A vantagem é a facilidade de preenchimento e minimização de equívocos que ocorrem em tabelas complexas, confundindo linhas, colunas e legendas. O segundo modelo (Figura 51) facilita muito o trabalho de compilação de dados, no entanto se torna trabalhoso e com riscos de erros de preenchimento.

Independente dos modelos de fichas, testes em campo com pessoas de diferentes perfis (especialistas, estudantes, voluntários, profissionais que trabalham com manutenção de trilhas, funcionários de UCs, entre outros) são necessários para que ajustes sejam feitos antes de seu uso efetivo. Mesmo dados aparentemente simples de serem coletados podem ter empecilhos na prática. No estudo de Dixon, Hawes e McPherson (2004), por exemplo, foram observados diferentes níveis de erros de levantamentos feitos por diferentes pessoas para indicadores distintos: profundidade máxima do piso - 21%; largura sem vegetação – 11%; e largura total – 16%.

Salienta-se que em regiões de Mata Atlântica com relevo íngreme como no PETAR, e considerando principalmente as trilhas de visitação intensa, as escadas acabam sendo, muitas vezes, elementos necessários para transposição de terreno em algum momento da trilha. O uso de escadas deve ser feito com critério, especialmente em trilhas de longo percurso, nas quais o acesso para o monitoramento e manutenção é mais complicado, principalmente pela distância.

Por fim, observa-se que em locais úmidos e chuvosos como o PETAR, escadas feitas de rocha podem ter um papel muito importante, principalmente relacionado ao durabilidade e estabilidade. Apesar do trabalho não ter abrangido as escadas feitas com rochas, pode-se afirmar que através da avaliação preliminar de campo para a escolha dos locais de estudo, todos os degraus feitos com este material encontravam-se em boas condições, sem problemas de drenagem e muito bem preservados. No entanto, dependendo das condições biofísicas do local onde se encontram as escadas feitas com rochas, as mesmas podem apresentar riscos de escorregamento principalmente pela presença de limo.

Além da umidade natural, é importante considerar que no PETAR ocorre visitação em locais onde se molha roupas e calçados (rios e cavernas com  gua). Nesse sentido, as pessoas acabam carregando e dispersando a água pelo caminho. Assim o uso de degraus com rochas, quando possível, pode ser uma boa opção, desde que adequadamente planejados, implantados e mantidos.

No mais, observou-se a necessidade de capacitações quanto   construção e manutenção de estruturas, especialmente as relacionadas   drenagem e traçado de trilhas em ziguezagues, além das comumente utilizadas, para que haja maior durabilidade e qualidade das escadas e conseqentemente das trilhas.

Ficha de avaliação e monitoramento de escadas construídas com troncos de madeira em trilhas

Folha nº: /

Nome do Parque / Núcleo: _____

Nome da Trilha: _____

Data: _____ Hora: _____ Responsável pela coleta de dados: _____

Equipamentos necessários para coleta de dados: Trena, Bússola e lápis ou caneta

Nº do Segmento:	
Distância do segmento (m):	Orientação (graus):
Presença de trilhas não oficiais: () sim / () não. Motivo: () busca de atrativos () coleta de plantas / animais () uso de área como sanitário () sinalização inadequada () falta de sinalização () atalho () Outros:	
Degrau nº:	Pontos de afundamento e erosão de base – marcar no desenho:
Altura (m):	
Largura (m):	
Profundidade (m):	
Presença de raízes expostas:	
Irregularidade do piso que dificulte caminhamento: () sim / () não	
Presença de vala de drenagem no topo do segmento: () sim / () não	
Degrau nº:	Pontos de afundamento e erosão de base – marcar no desenho:
Altura (m):	
Largura (m):	
Profundidade (m):	
Presença de raízes expostas:	
Irregularidade do piso que dificulte caminhamento: () sim / () não	
Presença de vala de drenagem no topo do segmento: () sim / () não	
Degrau nº:	Pontos de afundamento e erosão de base – marcar no desenho:
Altura (m):	
Largura (m):	
Profundidade (m):	
Presença de raízes expostas:	
Irregularidade do piso que dificulte caminhamento: () sim / () não	
Presença de vala de drenagem no topo do segmento: () sim / () não	
Degrau nº:	Pontos de afundamento e erosão de base – marcar no desenho:
Altura (m):	
Largura (m):	
Profundidade (m):	
Presença de raízes expostas:	
Irregularidade do piso que dificulte caminhamento: () sim / () não	
Presença de vala de drenagem no topo do segmento: () sim / () não	

Figura 50 – Ficha de campo para levantamento de impactos em escadas – Modelo 1

5 CONCLUSÕES

Os resultados e as discussões permitiram concluir que:

1. A avaliação de impactos em escadas deve ser feita de forma diferenciada do restante da trilha, por possuir características específicas, distintas das mesmas.
2. Quando da necessidade da construção de escadas, sempre que possível optar por planejamento de escadas mais curtas ou uso de vários segmentos ao invés de uma longa rampa de degraus. A distância apresentou-se como um fator que influencia na quantidade de afundamentos nos pisos dos degraus. Desta forma, foi comprovada a primeira hipótese de que a distância total da rampa, na qual está inserida a escada, interfere na intensidade de erosão e empoçamento.
3. A hipótese de que a declividade interfere na intensidade de erosão e empoçamento não foi comprovada, devido à forma da escada com dimensões padronizadas, isto é, ocorre a repetição de medidas fixas (altura e profundidade), independentemente da declividade.
4. A ergonomia não apresentou correlação com fatores que pudessem indicar sinais de impactos nas escadas, não comprovando a hipótese H_c . No entanto, entende-se que apesar de neste estudo a falta de ergonomia não interferir nos aspectos físicos das escadas, os usuários podem ser afetados em termos de qualidade de experiência e segurança.
5. A hipótese da interferência da insolação na necessidade de ações específicas de manejo foi confirmada através da correlação com a quantidade de poças. Assim, é importante que o planejamento de escadas em trilhas leve em consideração a orientação da trilha, especialmente considerando regiões de grande umidade e alto índice pluviométrico como o PETAR. No caso do hemisfério sul a preferência é a orientação Norte, seguido de Leste e Oeste. A direção Sul deve ser evitada sempre que possível, ou seja, a implantação de segmentos nesse sentido deve ser a menor possível.
6. Os resultados mostram que o impacto de gotas de chuva pode influenciar no afundamento da superfície do piso dos degraus, principalmente pelo deslocamento de partículas e conseqüente contribuição nos problemas de

drenagem. Assim, considerando-se a região de relevante pluviosidade como o PETAR, é importante que a existência de cobertura de copa ou outro obstáculo às gotas sejam considerados no planejamento das escadas feitas com troncos de madeira.

7. Recomenda-se a continuidade dos estudos de escadas através do teste dos protocolos sugeridos e a replicação desta pesquisa em outras áreas com características biofísicas distintas, visando comparação de dados e aperfeiçoamento do mesmo.

REFERÊNCIAS

BENEVOLO, L. **História da arquitetura moderna**. Tradução Ana M. Goldberger. 3.ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1994. 813 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5.ed. São Paulo: Ícone, 2005. 355 p.

BIOTA/FAPESP. **Métodos de inventário da biodiversidade de espécies arbóreas: ecossistemas estudados**. Disponível em: < <http://lmq.esalq.usp.br/biota/>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

BIRCHARD, W.; PROUDMAN, R. **Appalachian trail design, construction and maintenance**. 2nd.ed. Harpers Ferry, West Virginia: Appalachian Trail Conference, 2000. 237 p.

BONATI, 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, p. 15-26, jan./jun. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. 5.ed. Brasília: MMA/SBF, 2004. 56 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Unidades de Conservação do Brasil**. Brasília: MMA/ICMBio, 2007, 76 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Diretoria de Áreas Protegidas. **Diretrizes para visitação em unidades de conservação**. Brasília: MMA, 2006a. 70 p.

BRASIL. Ministério do Turismo. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. **Turismo de aventura: orientações básicas**. Brasília: Ministério do Turismo, 2006b. 48 p.

BRASIL. Ministério do Turismo. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. Departamento de Estudos e Pesquisas. **Estudo de demanda turística internacional 2004-2008**. Brasília: Ministério do Turismo, fev. 2010. 38 p. Disponível em: < http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/dadosefatos/demanda_turistica/internacional/>. Acesso em: 9 out. 2010.

BRYAN, R.B. The influence of soil properties on degradation of mountain hiking trails at Grövelsjön. **Geografiska Annaler**, Cidade, v. 59 A, n. 1/2, p. 49-65, 1977.

CARVALHO, J.L.; ROBIM, M.J.; STARZYNSKI, R.; FONTES, M.A. A influência do pisoteio em algumas propriedades físicas do solo na trilha da Praia do Sul do Parque Estadual da Ilha Anchieta. In: MILANO, M.S. (coord.). CONGRESSO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2., 2000, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2000. v. 2. p. 306-312.

COLE, D.N. **Assessing and monitoring backcountry trail conditions**. Ogden, UT: USDA, 1983. 14 p. (Research Paper INT-303).

COLE, D.N. **Changes on trails in the Selway-Bitterroot Wilderness, Montana, 1978-89**. Ogden, UT: USDA, 1991. 5 p.(Research Paper INT-450.)

COLE, D.N. Monitoring and management of recreation in protected areas: the contributions and limitations of science. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MONITORING AND MANAGEMENT OF VISITOR FLOWS IN RECREATIONAL AND PROTECTED AREAS, 2., 2004. **Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 2**. Rovaniemi, Finland, 2004. p. 51-57. Disponível em: <<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp002.htm>>. Acesso em: 4 fev. 2009.

COLE, D.N.; WRIGHT, V. **Wilderness visitors and recreation impacts: baseline data available for twentieth century conditions**. Ogden, UT: USDA, 2003. 52 p.(General Technical Report RMRS-GTR-117).

COLE, D.N.; WRIGHT, V. Information about wilderness visitors and recreation impacts: is it adequate? **International Journal of Wilderness**, Syracuse, NY, v. 10, n. 1, p. 27-31, abr. 2004.

COLISTRA, C.M.; FLOOD, J.P. Evaluating the effectiveness of wilderness campsite monitoring at Linville Gorge Wilderness. In: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FOREST SERVICE. NORTHEASTERN RECREATION RESEARCH SYMPOSIUM. 2005. Bolton Landing. **Proceedings...** Bolton Landing, NY: USDA, 2005. p. 66-69.

DEMROW, C.; SALISBURY, D. **The complete guide to trail building and maintenance**. 3rd .ed. Boston, Mass: Appalachian Mountain Club Books, 1998. 245 p.

DIXON, G.; HAWES, M.; McPHERSON, G. Monitoring and modeling walking track impacts in the Tasmanian Wilderness World Heritage Area, Australia. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, n. 71, p. 305-320, 2004.

EMBRATUR. **Estudo sobre o turismo praticado em ambientes naturais conservados**. São Paulo, dez. 2002. 170 p. Disponível em: <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/dadosefatos/demanda_turistica/parques_naturais/>. Acesso em: 9 out. 2010.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de conforto térmico**. 2.ed. São Paulo: Studio Nobel, 1995. 243 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 2005 – 2008. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2009. 156 p.(Relatório Parcial)

GOMES FILHO, J. **Ergonomia aplicada ao design industrial dos produtos de uso / reflexão conceitual**. 1995. 108 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.

GRAEFE, A.R.; KUSS, F.R; VASKE, J.J. **Visitor Impact Management: the planning framework**. Washington: National Parks and Conservation Association, 1990. 105 p.

GRAY, D.H.; LEISER, A.T. **Biotechnical slope protection and erosion control**. Malabar, Florida: Krieger Publishing, 1989. 271 p.

HELGATH, S.F. **Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness**. Ogden, UT: USDA, 1975. 15 p. (Research Note INT-193).

IBAMA. **Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil**. Brasília: IBAMA, 2007. 96 p.

IMBA - International Mountain Bicycling Association. **Building better trails - designing, constructing and maintaining outstanding trails**. Boulder, CO: IMBA, 2001. 64 p.

ING-ONG; WWF-BRASIL. **Projeto "Plano de uso recreativo do PETAR, Iporanga e Apiaí / SP**. São Paulo: Instituto ing-ong de Planejamento Socioambiental, 2002. 125 p. (Relatório Parcial.).

JEWELL, M.C.; HAMMIT, W.E. Assessing soil erosion on trails: a comparison of techniques. **USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15**, Ogden, UT, v. 5, p. 133-140, 2000.

JOHANSSON, T. Estimating canopy density by the vertical tube method. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.11, p. 139-144, 1985.

KORHONEN, L.; KORHONEN, K.T.; RAUTIAINEN, M.; STENBERG, P. Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques. **Silva Fennica**, Finlândia, n. 40, v. 4, p. 577-588, 2006.

LECHNER, L. **Planejamento e implantação e manejo de trilhas em unidades de conservação**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 2006. 125 p. (Cadernos de Conservação, ano 3, n. 1).

LENGEN, J.V. **Manual do arquiteto descalço**. Rio de Janeiro: Papéis e Cópias de Botafogo ME e TIBÁ – Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bio-Arquitetura, 1997. 720 p.

LEUNG, Y.F. **Assessing and evaluating recreation resource impacts: spatial analytical approaches**. 1998. 197 p. Dissertation (Doctor of Philosophy in Forestry) - Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, 1998.

LEUNG, Y.F.; MARION, J.L. Recreation impacts and management in wilderness: a state-of-knowledge review. **USDA Forest Service Proceedings RMRS-P**, Ogden, UT, v. 5, n. 15, p. 23-48, 2000.

LINO, C.F.; MOURÃO, R.M.F. (Coord.). **Diagnóstico do impacto sócio-econômico do ecoturismo no Município de Iporanga – São Paulo**. Iporanga: CNRBMA; MPE; FUNBIO, Iporanga, mar. 2003a. 91 p.

LINO, C.F.; MOURÃO, R.M.F. (Coord.). **Proposta de manejo para a Trilha do Betari**. Iporanga: CNRBMA; MPE; FUNBIO, mar. 2003b. 123 p.

LOBO, H.A.S.; MARINHO, M.A.; TRAJANO, E.; SCALEANTE, J.A.B.; ROCHA, B.N.; SCALEANTE, O.A.F.; LATERZA, F.V. Planejamento ambiental integrado e participativo na determinação da capacidade de carga turística provisória em cavernas. **Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v.1, n. 3, p. 31-43, 2010.

LONGO, L.G.R. **Análise da avifauna da RPPN Rio Pilões (Santa Isabel, SP), visando à conservação de um “Hotspot” da Mata Atlântica**. 2007. 134 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MAGRO, T.C. **Impactos do uso público em uma trilha no planalto do Parque nacional do Itatiaia**. 1999. 135 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MAGRO, T.C. Atuação profissional em uso público: ensino superior e capacitação no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 6., 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2009. 1 CD-ROM.

MAIRIE, F. **Ergonomie**. Paris: Dunod, 1965. 30 p.

MITRAUD, S. (Org.). **Manual de ecoturismo de base comunitária: ferramentas para um planejamento responsável**. Brasília: WWF Brasil, 2003. 470 p.

MONZ C.; LEUNG, Y.F. Meaningful measures: developing indicators of visitor impact in the National Park Service inventory and monitoring program. **The George Wright Forum**, Michigan, v. 23, n. 2, p. 17-27, 2006. Disponível em: < <http://www.georgewright.org/> >. Acesso em: 30 jan. 2009.

MORGAN, R.P.C. **Soil erosion and conservation**. 2nd .ed. New York: Longman Group UK 1986. 298 p.

MORRIS, W. **The prospects of architecture in civilization**. London: London Institution, 1880. Disponível em: <<http://ebooks.adelaide.edu.au/m/morris/william/m87hf/index.html>>. Acesso em: 16 dez. 2010.

OBERG, L. **Desenho arquitetônico**. 22th .ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1980. 156 p.

PÁDUA, M.T.J. Turismo nos parques. **O Eco**. 5 nov., 2010. Disponível em: <<http://www.oeco.com.br/maria-tereza-jorge-padua/24532-turismo-nas-unidades-de-conservacao>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

PALMER, C.F. **Ergonomia**. Tradução de Almir da Silva Mendonça. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1976. 207 p.

PARKER, T.S. **Natural surface trails by design: physical and human design essentials of sustainable, enjoyable trails**. Boulder, Colorado: Natureshape, 2004. 78 p.

PASSOLD, A.J. **Seleção de indicadores para o monitoramento do uso público em áreas naturais**. 2002. 75 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PASSOLD, A.J. **Análise da visitação e seus impactos nas trilhas e atrativos da sede do Parque Estadual Intervales**. São Paulo: Fundação Florestal, 2008. 69 p. (Relatório técnico.).

PASSOLD, A.J.; MAGRO, T.C.; COUTO, H.T.Z. Impact at Intervales State Park, Brazil: park ranger measured versus specialist-measured experience. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MONITORING AND MANAGEMENT OF VISITOR FLOWS IN RECREATIONAL AND PROTECTED AREAS, 2., 2004. Rovaniemi, Finland. **Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 2**. p. 51-57. Disponível em: <<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp002.htm>>. Acesso em: 4 fev. 2009.

RIBEIRO, E.M.S. **Estudo para avaliação dos impactos ocasionados pelo uso público nas trilhas do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil**. Recife: CEFET/PE, 2006. 39 p. (Relatório técnico.).

ROBIM, M.J. **Análise das características do uso recreativo do Parque Estadual da Ilha Anchieta: uma contribuição ao manejo**. 1999. 161 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

SANO, N.N. **Estudo comparado da gestão das visitas nos Parques Estaduais Turísticos do Alto da Ribeira (PETAR) e Intervalos (PEI)**. 2007.145 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Porto Ferreira**. São Paulo: IF, 2003a. Paginação irregular.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Morro do Diabo**. São Paulo: IF, 2003b. Paginação irregular.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. **Trilha do Betari: projeto para a trilha**. São Paulo: IF / CNRBMA, [2004?], Praça Mesozóica, Núcleo Santana, PETAR. 3 painéis.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar**. São Paulo: IF, 2006. 433 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Plano de Manejo do Parque Estadual Intervalos**. São Paulo: FF, 2008a. 1100 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Instituto Florestal. **Plano de Manejo do Parque Estadual Carlos Botelho**. São Paulo: FF/IF, 2008b. 501 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Manual de construção e manutenção de trilhas**. São Paulo: SMA/FF, 2009a. 171 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Instituto Florestal. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Cantareira**. São Paulo: FF/IF, 2009b. 541 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Manual de monitoramento e gestão dos impactos da visita em unidades de conservação**. São Paulo: SMA/FF/WWF-Brasil, 2010a. 78 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira**. São Paulo: FF, 2010b. 734 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Planos de Manejo**. Disponível em: <<http://www.fflorestal.sp.gov.br/planodemanejo.php>>. Acesso em: 9 nov. 2010c.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Unidades de Conservação: Parques – Conceito**. Disponível em: <<http://www.fflorestal.sp.gov.br/parquesConceito.php>>. Acesso em: 9 nov. 2010d.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Plano de Manejo do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira**. São Paulo: FF, em desenvolvimento [2011].

SHAPAZIAN, K. **As escadas da arquitetura minóica do Período Palacial**. 2006. 190 p. Dissertação (Mestrado em Arqueologia e Etnologia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

SHIMADA, H. **Braço da Pescaria e Espírito Santo, minas de chumbo desativadas no PETAR – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Geológico, mar. 2005. 20 p. (Proposta de inclusão em roteiros turísticos)

SOUZA, P.C.; MARTOS, H.L. Estudo do uso público e análise ambiental das trilhas em uma unidade de conservação de uso sustentável: Floresta Nacional de Ipanema, Iperó – SP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 91-100, 2008.

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

TAKAHASHI, L.Y. Recursos humanos para o manejo das unidades de conservação: formação básica e capacitação no Brasil. In: MILANO, M.S. (Org.). **Unidades de conservação: atualidades e tendências**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2002. cap. 5, p. 53-66.

USDA. Forest Service. Technology and Development Program. **Trail construction and maintenance notebook**. Missoula, MT: USDA, 2004. 139 p.

VASCHCHENKO, Y.; BIONDI, D.; FAVARETTO, N. Erosão causada pela prática do montanhismo na trilha para os Picos Camapuã e Tucum – Campina Grande do Sul (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, 2008. p. 71-87.

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

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BIRKBY, R.C. **Lightly on the land: the SCA trail-building and maintenance manual**. 2.ed. Seattle, Washington: The Mountaineers, 2005. 341 p.

CASTRO, E.C. **O caminho entre a percepção, o impacto no solo e as metodologias de manejo, o estudo de trilhas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - SP**. 2004. 151 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2004.

COLE, D.N. Environmental impacts of outdoor recreation in wildlands. In: Manfredo, Michael J.; Vaske, Jerry J.; Bruyere, Brett L.; Field, Donald R.; Brown, Perry J. (Ed.). **Society and natural resources: a summary of knowledge**. Jefferson, MO: Modern Litho, 2004. p. 107-116.

DEPARTMENT OF RESOURCES AND ECONOMIC DEVELOPMENT DIVISION OF PARKS AND RECREATION BUREAU OF TRAILS. **Best management practices for erosion control during trail maintenance and construction**. Concord, NH: Department of Resources and Economic Development Division of Parks and Recreation, 2004. 27 p.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION. **State of the Park 2004**. Sydney: Department of Environment and Conservation, 2005. 93 p.

DRAMSTAD, W.E.; OLSON, J.D.; FORMAN, R.T.T. **Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning**. Washington, DC: Harvard Island Press, 1996. 80 p.

FISH, E.B.; BROTHERS, G.L. Erosional impacts of trails in Guadalupe Mountains National Park, Texas. **Landscape planning**, Amsterdam, n. 8, p. 387-398, 1981.

GLASPELL, B.; WATSON, A.; KNEESHAW, K.; PENDERGRAST, D. Selecting indicators and understanding their role in wilderness experience stewardship at gates of the Arctic National Park and Preserve. **The George Wright Forum**, Michigan, v. 20, n. 3 p. 59-71, 2003. Disponível em: < <http://www.georgewright.org/> >. Acesso em: 30 jan. 2009.

HAMMIT, W.E.; COLE, D.N. **Wildland recreation: ecology and recreation**. 2.nd ed. NY: John Wiley, 1998. 361 p.

HOCKINGS, M.; STOLTON, S.; LEVERINGTON, F. DUDLEY, N.; COURRAU, J. **Evaluating effectiveness: a framework for assessing management effectiveness of protected areas**. 2nd .ed. Gland, Switzerland:Cambridge: IUCN, 2006. 105 p.

IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991, 92 p. (Manuais técnicos de Geociências.)

IF. **Unidades de conservação gerenciadas pelo Instituto Florestal**. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/unidades_conservacao/index.asp>. Acesso em: 9 dez. 2008.

LEUNG, Y.; MONZ, C. Visitor Impact Monitoring: old issues, new challenges - an introduction to this special issue. **The George Wright Forum**, Michigan, v. 23, n. 2, p. 7-10, 2006. Disponível em: < <http://www.georgewright.org/> >. Acesso em: 30 jan. 2009.

MARION, J.L. **Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and recreational area**. Blacksburg, VA: USDI National Park Service, 2006. 80 p. (Final Research Report).

MARION, J.L.; LEUNG, Y.F. Trail resource impacts and an examination of alternative assessment techniques. **Journal of Park and Recreation Administration**, Las Vegas, v. 19, n. 3, p. 17-37, 2001.

MARSH, W.M. **Landscape planning: environmental applications**. 4th .ed. USA: WILEY, 2005. 458 p.

PRÖBSTL, U. Visitor monitoring as a prerequisite of assessment in Natura 2000 sites. In:INTERNATIONAL CONFERENCE ON MONITORING AND MANAGEMENT OF VISITOR FLOWS IN RECREATIONAL AND PROTECTED AREAS, 2., 2004. Rovaniemi, Finland, 2004. **Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 2**. p. 248-255. Disponível em: <<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp002.htm>>. Acesso em: 4 fev. 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Parque Turístico do Alto Ribeira - PETAR comemora 50 anos**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/verNoticia.php?id=47>>. Acesso em: 8 fev. 2009.

STEIDL, R.; POWELL, B.F. Assessing the effects of human activities on wildlife. **The George Wright Forum**, Michigan, v. 23, n. 2 p. 50-58, 2006. Disponível em: < <http://www.georgewright.org/> >. Acesso em: 30 jan. 2009.

TACÓN, A.; FIRMANI, C. **Manual de senderos y uso público**. Valdivia, Chile: CIPMA. 2004. 24 p.

TAKAHASHI, L.Y. **Uso público em unidades de conservação**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004. 40p. (Caderno de Conservação, v. 2, n. 2.)

THEULEN, V. Conceitos básicos e princípios gerais de manejo e administração de unidades de conservação. In: Curso de Planejamento e Manejo de Áreas Naturais Protegidas. **Apostila**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2008, 244 p.

TINSLEY, B.E.; FISH, E.B. Evaluation of trail erosion in Guadalupe Mountains National Park, Texas. **Landscape Planning**, Amsterdam, n. 12, p. 29-47, 1985.

VASCHCHENKO, Y.; FAVARETTO, N.; BIONDI, D. Fragilidade ambiental nos Picos Camacã, Camapuã e Tucum, Campina Grande do Sul, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, 2007, p. 201-215.

VASCONCELLOS, J.M.O. **Educação e interpretação ambiental em unidades de conservação**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2006, 86 p. (Caderno de Conservação, ano 3, n.4.)

GLOSSÁRIO

Borda crítica – extremidade lateral localizada entre a extremidade inferior da trilha e o talude inferior em terrenos inclinados; a borda é arredondada de forma a permitir a drenagem natural.

Clareamento da trilha – termo usualmente utilizado para se referir à retirada / corte de vegetação do corredor de trilha.

Corredor de trilha – área de passagem da trilha, com dimensões suficientes para locomoção com conforto.

Curva de nível – linha imaginária que une os pontos com a mesma altitude de uma região representada graficamente, como em cartas topográficas.

Declividade – inclinação do terreno, geralmente expressa em porcentagem ou graus.

Espeleoturismo – atividades em cavernas como observação e apreciação de ambientes subterrâneos, estudos do meio, aulas de campo, atividades de lazer interativo, com ou sem uso de técnicas verticais (LOBO et al., 2010; BRASIL, 2006b).

Linha de queda d'água – direção imaginária descendente e perpendicular às curvas de nível por onde naturalmente a água tende a escoar.

Piso da trilha – superfície utilizada pelo usuário para caminhar.

Talude superior – superfície superior inclinada, imediatamente acima da trilha, geralmente resultado de corte ou aterro de terreno.

Trilha linear – trilha que possui o mesmo percurso na ida e na volta.

Trilha circular – trilha que retorna ao mesmo ponto sem repetir o percurso no retorno (MITRAUD, 2003).

Trilha em oito – variação da trilha circular, com dois segmentos circulares.

ANEXOS

ANEXO A - Trilhas visitadas com respectivos núcleos e distância do PETAR em 2009

Núcleo	Trilha	Distância (m)
Santana	Trilha da Caverna de Santana	71
Santana	Trilha do Betari	3.755
Santana	Trilha Água Suja de Cima	78
Santana	Trilha do Morro Preto	396
Santana	Trilha de retorno da Caverna do Couto	900
Santana	Trilha da Onça Parda	4.071
Santana	Trilha do Camping	349
Ouro Grosso	Trilha da Figueira	441
Ouro Grosso	Trilha para Rio Betari	104
Ouro Grosso	Trilha da Alambari de Baixo	2.831
Ouro Grosso	Trilha Garrafões	1.249
Caboclos	Trilha da Pedra do Chapéu	710
Caboclos	Circuito do Chapéu	731
Caboclos	Trilha da Pescaria	5.088
Caboclos	Trilha da Temimina	4.534
Caboclos	Trilha da Cachoeira Sete Reis	4.500
Caboclos	Trilha da Água Sumida	2.431
Caboclos	Trilha do Espírito Santo (até Pedreira)	3.675
Casa de Pedra	Trilha da Casa de Pedra (até o Portal)	1.229
Total		37.143

ANEXO B – Localização das regiões de levantamento de escadas nos núcleos Santana e Ouro Grosso

ANEXO C - Número de segmentos e degraus por trilha, no PETAR

(continua)

Núcleo	Trilha	Segmento	Nº de degraus
Santana	Trilha do Betari	1	3
		2	20
Santana	Trilha do Morro Preto	1	8
		2	2
		3	2
		4	2
		5	11
		6	10
		7	2
		8	8
		9	7
		10	7
		11	13
		12	7
		13	13
		14	4
		15	3
		16	7
		17	5
		18	5
		19	9
		20	9
		21	4
		22	3
		23	6
		24	16
		25	11
		26	15
		27	8
		28	6
		29	5
		30	10
		31	3
		32	5

ANEXO C - Número de segmentos e degraus por trilha, no PETAR

(continuação)

Núcleo	Trilha	Segmento	Nº de degraus
		33	4
		34	5
		35	2
Santana	Trilha da saída do Couto	1	4
		2	3
		3	5
		4	3
		5	4
		6	11
		7	10
		8	5
		9	8
		10	3
		11	14
		12	3
		13	7
		14	2
		15	3
		16	7
		17	6
		18	7
		19	5
		20	2
		21	3
		22	6
Ouro Grosso	Trilha da Figueira	1	6
		2	3
		3	2
		4	5
		5	14
		6	8
		7	14
		8	5
		9	8

ANEXO C - Número de segmentos e degraus por trilha, no PETAR

(conclusão)

Núcleo	Trilha	Segmento	Nº de degraus
		10	5
		11	11
Ouro Grosso	Trilha Alambari de Baixo	1	2
		2	7
		3	3
		4	5
		5	4
		6	6
		7	6
		8	3
		9	3
		10	8
		11	8
		12	5
		13	24
		14	6
		15	12
		16	3
		17	7
		18	2
		19	3

ANEXO E – Descrição das correlações significativas em ordem decrescente

(continua)

Nº	Coef. Correl.	Variável 1	Variável 2
1	0,9333	LCA – Largura com afundamento	PCA – Profundidade com afundamento
2	0,9072	APL – Área do perfil da largura	APP – Área do perfil da profundidade
3	0,871	PCA – Profundidade com afundamento	APP – Área do perfil da profundidade
4	0,8657	LCA – Largura com afundamento	APL – Área do perfil da largura
5	0,8469	LCA – Largura com afundamento	APP – Área do perfil da profundidade
6	0,83	%LCA - % da largura com afundamento	%PCA - % da profundidade com afundamento
7	0,7913	PCA – Profundidade com afundamento	APL – Área do perfil da largura
8	0,789	PCA – Profundidade com afundamento	Dseg – Distância do segmento
9	0,7534	LCA – Largura com afundamento	Dseg – Distância do segmento
10	0,639	APP – Área do perfil da profundidade	Dseg – Distância do segmento
11	0,6119	%LCA - % da largura com afundamento	APL – Área do perfil da largura
12	0,5962	EB – Presença de erosão na base do degrau	Po – Presença de poça
13	0,5567	APL – Área do perfil da largura	Dseg – Distância do segmento
14	0,5421	%LCA - % da largura com afundamento	APP – Área do perfil da profundidade
15	0,529	%LCA - % da largura com afundamento	Po – Presença de poça
16	0,522	%PCA - % da profundidade com afundamento	APL – Área do perfil da largura
17	0,5203	%PCA - % da profundidade com afundamento	Po – Presença de poça
18	0,5001	%PCA - % da profundidade com afundamento	APP – Área do perfil da profundidade
19	0,4963	%PCA - % da profundidade com afundamento	EB – Presença de erosão na base do degrau
20	0,4597	%LCA - % da largura com afundamento	LCA – Largura com afundamento

ANEXO E – Descrição das correlações significativas em ordem decrescente

(conclusão)

Nº	Coef. Correl.	Variável 1	Variável 2
21	0,4439	%PCA - % da profundidade com afundamento	PCA - Profundidade com afundamento
22	0,4275	LCA - Largura com afundamento	%PCA - % da profundidade com afundamento
23	0,3857	%LCA - % da largura com afundamento	EB - Presença de erosão na base do degrau
24	0,3806	%LCA - % da largura com afundamento	PCA - Profundidade com afundamento
25	0,3636	APL - Área do perfil da largura	Po - Presença de poça
26	0,3272	EA - Ergonomia – altura do degrau	ISol - Insolação
27	-0,2993	Po - Presença de poça	ISol - Insolação
28	0,2941	APL - Área do perfil da largura	EB - Presença de erosão na base do degrau
29	0,2752	APP - Área do perfil da profundidade	Po - Presença de poça
30	0,2444	APP - Área do perfil da profundidade	EB - Presença de erosão na base do degrau
31	-0,2153	APL - Área do perfil da largura	CA – Presença de copas de árvores
32	-0,2140	APP - Área do perfil da profundidade	CA – Presença de copas de árvores

ANEXO B : Localização das regiões de levantamento de escadas nos núcleos Santana e Ouro Grosso

