

Experimento de Pisoteio Controlado no Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba

Karen Dias Zamlutti

Orientadora: Prof^a. Dra. Marisa Dantas Bittencourt

Co-orientadoras: Prof^a. Dra. Denise Aparecida Botter

Prof^a. Dra. Mônica Carneiro Sandoval

RESUMO. A visitação pública é muito utilizada como forma de conscientização da população para a necessidade de preservação dos ecossistemas, porém pode causar um impacto ambiental negativo. Neste trabalho procurou-se medir os efeitos causados pelo pisoteio através de um experimento onde foram avaliados os danos sobre a vegetação. O experimento utilizou um pisoteio controlado estabelecido por Cole e Bayfield ([CB93]) para determinar seu efeito no Parque Natural Municipal Nascentes do Paranapiacaba (Santo André-SP).

Três observações foram feitas de forma sistemática:

- (1) antes do pisoteio controlado;
- (2) após 10 dias;
- (3) após 3 meses.

Os dados obtidos foram analisados por meio de um modelo estatístico para medida quantitativa dos danos causados.

Agradecimentos

Aos meus pais, pelo apoio e compreensão em todos os momentos. Às professoras Denise Aparecida Botter, Marisa Dantas Bittencourt e Mônica Carneiro Sandoval, por seus ensinamentos e por sua valiosa orientação. À pesquisadora Maria Francisca Roncero Siles, pela ajuda com os conceitos biológicos e pelos valiosos conselhos. Aos colegas Eder Alencar, Paulo Cristiano Félix, Renan de Cerqueira Leite, pela ajuda com as análises estatísticas. Ao Vinicius Sandrini Vecchi, pela revisão do texto e, principalmente, pelo apoio e compreensão nos momentos de desespero.

Sumário

Agradecimentos	iii
Lista de Figuras	vii
Objetivo	ix
Introdução	xi
Capítulo 1. Área de estudo	1
1.1. Histórico	1
1.2. Localização	1
1.3. Atrativos	1
1.4. Trilhas existentes	2
1.5. Clima	4
1.6. Vegetação	4
1.7. Zoneamento	6
Capítulo 2. Metodologia	9
2.1. Descrição da Metodologia	9
2.2. Descrição das variáveis estudadas	9
Capítulo 3. Análise Descritiva	13
3.1. Caracterização das áreas selecionadas antes da aplicação dos tratamentos	13
3.2. Perda Relativa após a aplicação dos tratamentos	14
Capítulo 4. Análise Inferencial	17
4.1. Modelo Linear Generalizado	17
4.2. Modelo de Análise de Variância para Experimentos com Medidas Repetidas	19
Capítulo 5. Conclusões	21
Apêndice A. Tabelas	23
Apêndice B. Gráficos Descritivos	31
Apêndice C. Gráficos Inferenciais	37
Apêndice D. Programas Auxiliares	39
Referências Bibliográficas	41

Lista de Figuras

1.1 O Parque das Nascentes dentro do Cinturão Verde da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica	2
1.2 O Parque das Nascentes e a Vila de Paranapiacaba	3
1.3 Climograma comparativo da região de Paranapiacaba com a região de Campo Grande	4
1.4 A Vegetação do Parque	5
1.5 Zoneamento do Parque	8
2.1 Esquema ilustrativo de uma área e uma linha de tratamento	10
2.2 O instrumento de coleta dos dados	10
B.1 As quatro áreas do Parque das Nascentes antes do pisoteio	31
B.2 Perda Relativa da Quantidade de Formas de Vida	32
B.3 Perda Relativa da Cobertura Vegetal Total	32
B.4 Perda Relativa de Fanerófitas menores que 0,5m	33
B.5 Perda Relativa de Fanerófitas entre 0,5m e 1m	33
B.6 Perda Relativa de Palmeiras	34
B.7 Perda Relativa de Lianas Jovens	34
B.8 Perda Relativa de Pteridófitas	35
B.9 Ganho de Solo Exposto	35
C.1 Gráficos de probabilidade normal com envelopes simulados para um ajuste da distribuição normal para a Cobertura Vegetal Total	37
C.2 Resíduos Padronizados para a Cobertura Vegetal Total	37
C.3 Ajuste do modelo para a Cobertura Vegetal Total	38

Objetivo

O presente trabalho foi desenvolvido em parceria com o Centro de Estatística Aplicada (CEA) com a finalidade de fornecer apoio estatístico para a pesquisadora Maria Francisca Roncero Siles em sua tese de doutorado.

O objetivo principal deste trabalho é estudar o efeito da intensidade de pisoteio sobre o solo e a vegetação no Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba, um fragmento de Floresta Pluvial Atlântica.

Introdução

Segundo Ede ([EDE02]), todos os seres humanos, independente de seu estilo de vida, geram impactos na natureza, mas este fato não seria problemático se os nossos impactos estivessem dentro dos limites da natureza, isto é, dentro da capacidade regenerativa da biosfera.

Esta afirmação está dentro do conceito de **desenvolvimento sustentável**, que surgiu no final do século XX e foi formalizado em 1987, com o documento intitulado Nosso Futuro Comum, ou Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

De acordo com o Relatório Brundtland, o desenvolvimento sustentável é aquele que “atende as necessidades do presente sem prejudicar a capacidade das futuras gerações de atender as suas próprias necessidades”.

Desde então, a visitação pública em áreas naturais como o Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba, objeto de estudo deste trabalho, vem sendo fortemente incentivada, ocasionando impactos sobre o ecossistema. Para controlar tais impactos negativos são necessárias pesquisas que relacionem as características do uso, seus efeitos sobre os diferentes recursos naturais e os fatores que influenciam na vulnerabilidade dessas áreas frente ao uso.

Estudos referentes à natureza dos impactos sobre o solo e a vegetação têm sido amplamente realizados, particularmente para áreas de climas temperados. No Brasil, os métodos de avaliação de impactos e seus indicadores são adaptados a partir de estudos conduzidos em ambientes com características muito diferentes. Esta adaptação tem como objetivo a busca de indicadores que possam ser utilizados no manejo de atividades recreativas.

Neste trabalho foram aplicados níveis controlados de intensidade de pisoteio em uma área de Floresta Pluvial Atlântica não perturbada pelo uso recreativo. Desta maneira, é possível isolar os efeitos da intensidade de uso e outras variáveis envolvidas. Segundo Cole ([COL95a] e [COL95b]), a experimentação permite modelar a relação entre a intensidade de pisoteio e indicadores da resposta da vegetação e do solo previamente selecionados.

O desenvolvimento deste trabalho segue uma estrutura lógica de apresentação iniciando-se com uma breve descrição sobre o Parque em estudo. Dando prosseguimento são apresentadas as características biológicas da região. Em seguida é feita uma descrição da sistemática utilizada para padronizar a forma do estudo. Completando o trabalho estão as análises dos dados de campo e as conclusões obtidas.

CAPÍTULO 1

Área de estudo

1.1. Histórico

A criação do Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba, pelo Prefeito João Avamileno, em 5 de junho de 2003, teve por objetivo proteger a paisagem natural, destacando os contrafortes da Serra do Mar, as nascentes formadoras do rio Grande, além de contribuir com a valorização do patrimônio histórico nacional “Vila de Paranapiacaba”.

Transformar a área em uma unidade de conservação, segundo critérios e diretrizes do “*Sistema Nacional de Unidades de Conservação*” [dRdBdMA00], proporcionou à gestão pública municipal instrumentos para potencializar o desenvolvimento sustentável da Vila de Paranapiacaba, utilizando princípios e práticas de conservação da natureza.

Atualmente, a gestão, bem como a implementação de programas de manejo no Parque, são realizadas por um órgão descentralizado da Prefeitura de Santo André: a Subprefeitura de Paranapiacaba e Parque Andreense.

1.2. Localização

O *Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba* (Parque das Nascentes) está localizado dentro da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica¹, dentro do Cinturão Verde (Figura 1.1), na Serra do Mar, em Santo André, nas coordenadas geográficas 23°46'15”S e 46°17'30”W, próximo à *Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba* (RBASP).

1.3. Atrativos

O Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba conta com diferentes atrativos em virtude da proximidade com a Serra do Mar: o clima com neblina típica, a beleza cênica e as várias nascentes formadoras do Rio Grande, que abastece a represa Billings. O Parque possui ainda potencial para atividades como esportes na natureza, caminhada em trilhas, estudo de meio, interpretação, recreação e educação ambiental.

O Centro de Visitantes, localizado fora dos limites do Parque, além de ser um centro de recepção aos turistas, possui dependências com equipamentos que permitem ao visitante ter uma visão geral do Parque por meio de maquetes e fotos.

¹Modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.



FIGURA 1.1. O Parque das Nascentes dentro do Cinturão Verde da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

1.4. Trilhas existentes

O Parque das Nascentes possui sete trilhas que estão abertas à visitação pública. Elas receberam nova sinalização em novembro de 2004 enriquecendo a caminhada do visitante com informações sobre os atrativos de cada uma delas.

TABELA 1.1. Trilhas abertas à visitação segundo [AND03]

	Extensão (m)	Tempo de percurso (ida)	Declividade	Grau de dificuldade
Trilha das Hortênsias	325	30m	de 15° a 20°	médio
Trilha dos Gravatas	389	30m	até 15°	fácil
Trilha do Mirante	1.185	1h	até 15°	fácil
Trilha da Água Fria	368	30m	de 15° a 20°	médio
Trilha da Comunidade	1.568	2h	acima de 30°	difícil
Trilha da Pontinha	1.090	1h	até 15°	fácil

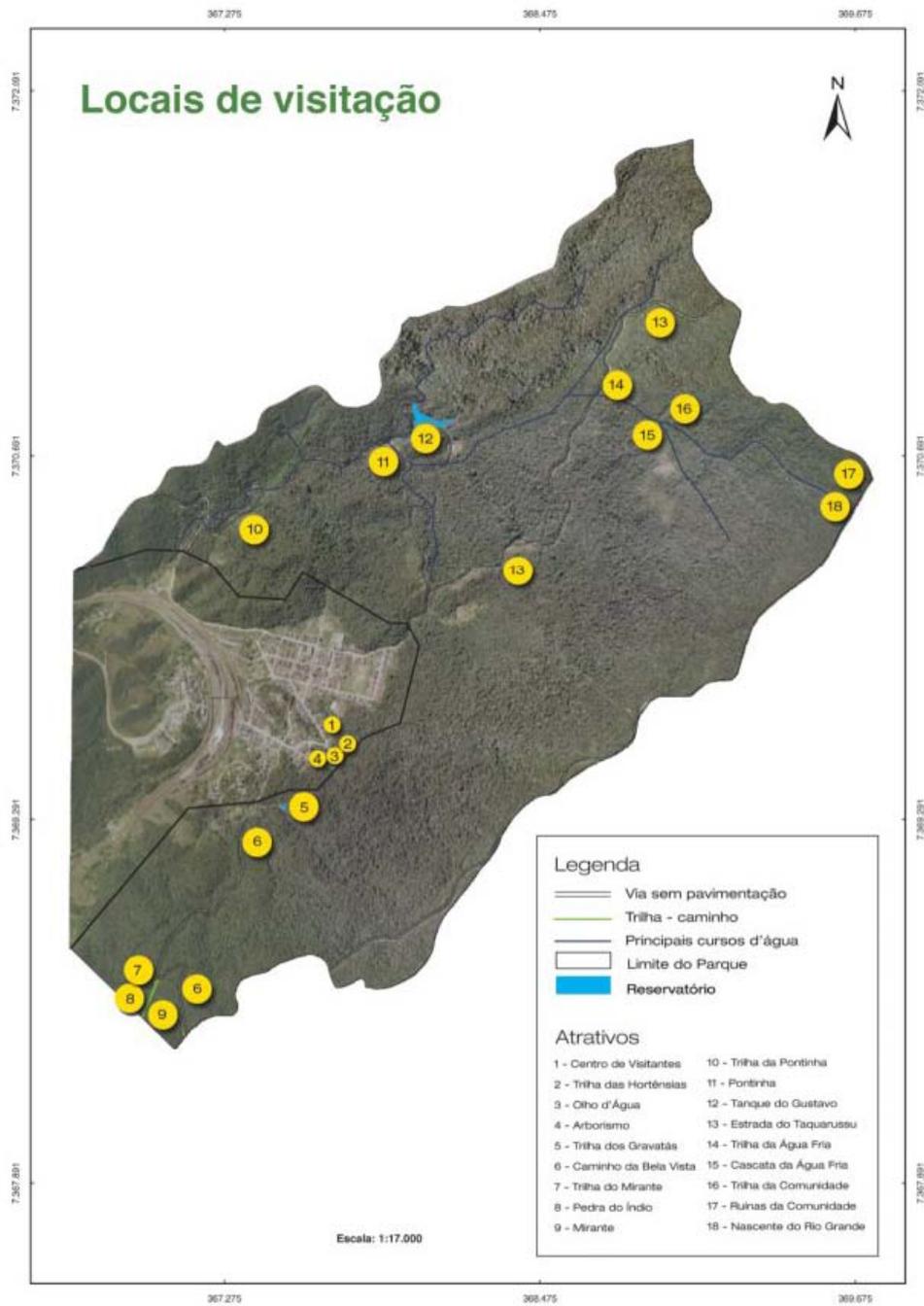


FIGURA 1.2. O Parque das Nascentes e a Vila de Paranapiacaba

1.5. Clima

A dinâmica climática da região de Paranapiacaba é condicionada pela posição geográfica e circulação atmosférica local, influenciada pela brisa marítima e pela circulação geral superior, controlada pelas massas de ar Tropical Atlântica e Polar [At105].

O clima da região é tropical úmido, caracterizado por elevadas temperaturas (médias de 25°C) e alta precipitação, com uma média anual de chuvas da ordem de 3.000mm, podendo chegar a 4.000mm. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano e não há uma estação seca.

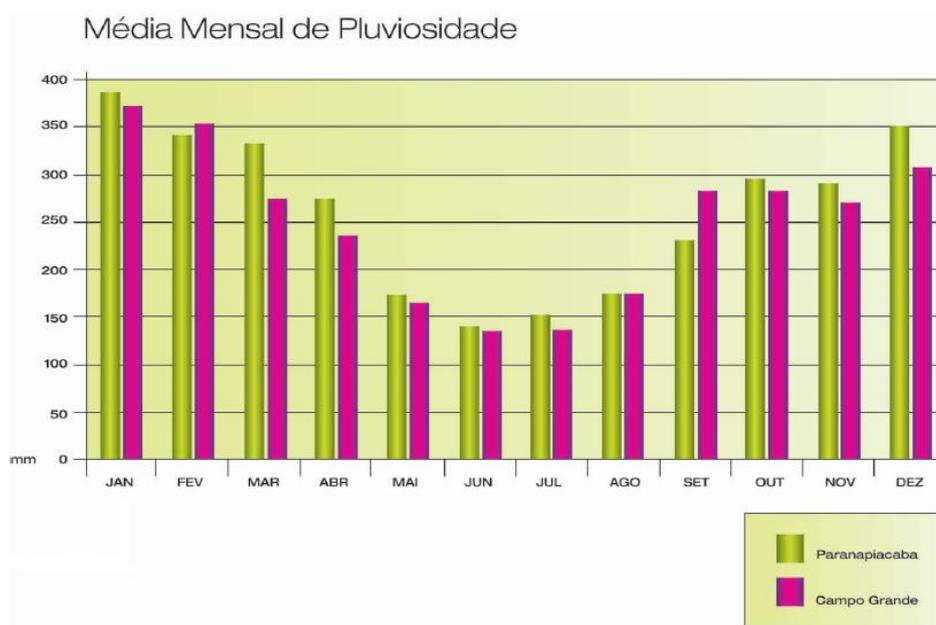


FIGURA 1.3. Climograma comparativo da região de Paranapiacaba com a região de Campo Grande

1.6. Vegetação

A vegetação do Parque das Nascentes é caracterizada pela Mata Atlântica, formação montana da Floresta Ombrófila Densa². Este tipo de formação é caracterizado por fanerófitas, lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferencia das outras classes de formações.

As árvores não ultrapassam os 20 ou 30 metros, possuem caules grossos e copas frondosas em razão da influência do relevo. Plantas de sombra tais como: maranatas, helicônias, begônias e samambaias sobrevivem por aproveitarem de modo eficiente a pequena quantidade de raios solares.

Geadas atipicamente fortes na região de Paranapiacaba podem levar à morte muitas árvores do dossel promovendo alterações em escala maior que aquelas causadas pela abertura de clareiras.

²Também denominada Floresta Pluvial Tropical.

Nas encostas mais preservadas encontramos maior diversidade de espécies arbóreas como: pau-pombo (*Tapirira Guianenses*), guatambu (*Aspidosperma olivaceum*), caroba-da-mata (*Jacaranda semiserrata*), carobão (*Jacaranda heptaphyla*), entre outras leguminosas, melastomatáceas, meliáceas, sapindáceas e rubiáceas.

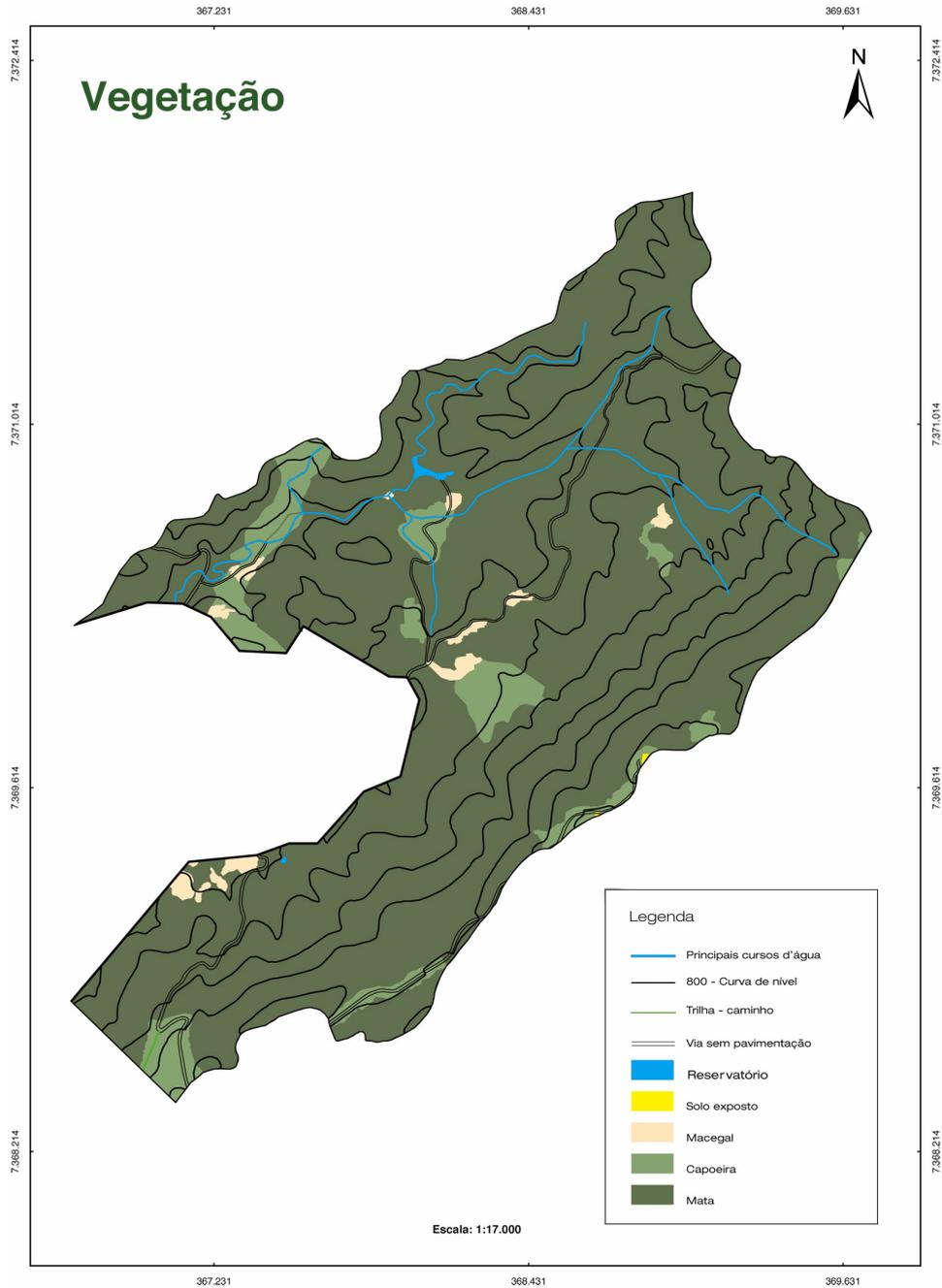


FIGURA 1.4. A Vegetação do Parque

1.7. Zoneamento

Segundo o “*Sistema Nacional de Unidades de Conservação*” [dRdBdMA00], artigo 11º, um Parque tem o objetivo básico de preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. O Parque criado no âmbito municipal é denominado **Parque Natural Municipal**.

Neste caso, o Parque foi criado com os seguintes objetivos específicos:

- Preservar os remanescentes de vegetação nativa;
- Proteger espécies da fauna, incluindo as raras e ameaçadas de extinção;
- Proteger os recursos hídricos;
- Recuperar ecossistemas degradados;
- Produzir mudas de espécies florestais, a partir de sementes de matrizes;
- Possibilitar a pesquisa científica voltada à conservação dos recursos naturais;
- Proteger sítios históricos e culturais para pesquisa e visitação;
- Propiciar atividades de educação e interpretação ambiental;
- Possibilitar a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico.

Para melhor conservar um Parque são definidas zonas de manejo conforme descritas abaixo:

Zona Intangível: o mais preservada possível, sem alterações humanas

Zona Primitiva: pequena ou mínima interferência humana

Zona de Uso Extensivo: ambiente natural, com mínimo impacto humano, com acesso ao público

Zona de Uso Intensivo: ambiente natural pouco alterado, oferecendo facilidades e serviços ao público

Zona Histórico-Cultural: onde há patrimônio histórico e cultural

Zona de Recuperação: áreas muito antropizadas - são zonas provisórias

Zona Conflitante: áreas em conflito com seus objetivos

Zona de Ocupação Temporária: ainda com populações humanas residentes

Zona de Superposição Indígena: com uma ou mais etnias indígenas no mesmo local (FUNAI e IBAMA).

Zona de Interferência Experimental: específica para EE e visa o desenvolvimento de pesquisas comparativas.

Zona de Amortecimento: entorno da UC, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas (Lei 9985 de 200, Art 2o, inciso XVIII)

Segundo estes critérios, foi feito o zoneamento descrito em [At105]. O zoneamento do Parque das Nascentes foi baseado na determinação de unidades de paisagem destinadas à conservação e recuperação do ecossistema

do Parque das Nascentes, ao desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental e do ecoturismo.

As zonas de manejo conceituadas no SNUC foram delimitadas de forma a atender os objetivos gerais das *Unidades de Conservação* e os objetivos específicos gerais do Parque.

Foram delimitadas seis zonas (Intangível, Primitiva, Uso Extensivo, Uso Intensivo, Recuperação e Uso especial) com diferentes categorias de manejo a fim de assegurar a proteção da vegetação natural e disciplinar as atividades de pesquisa científica, conforme a Figura 1.5.

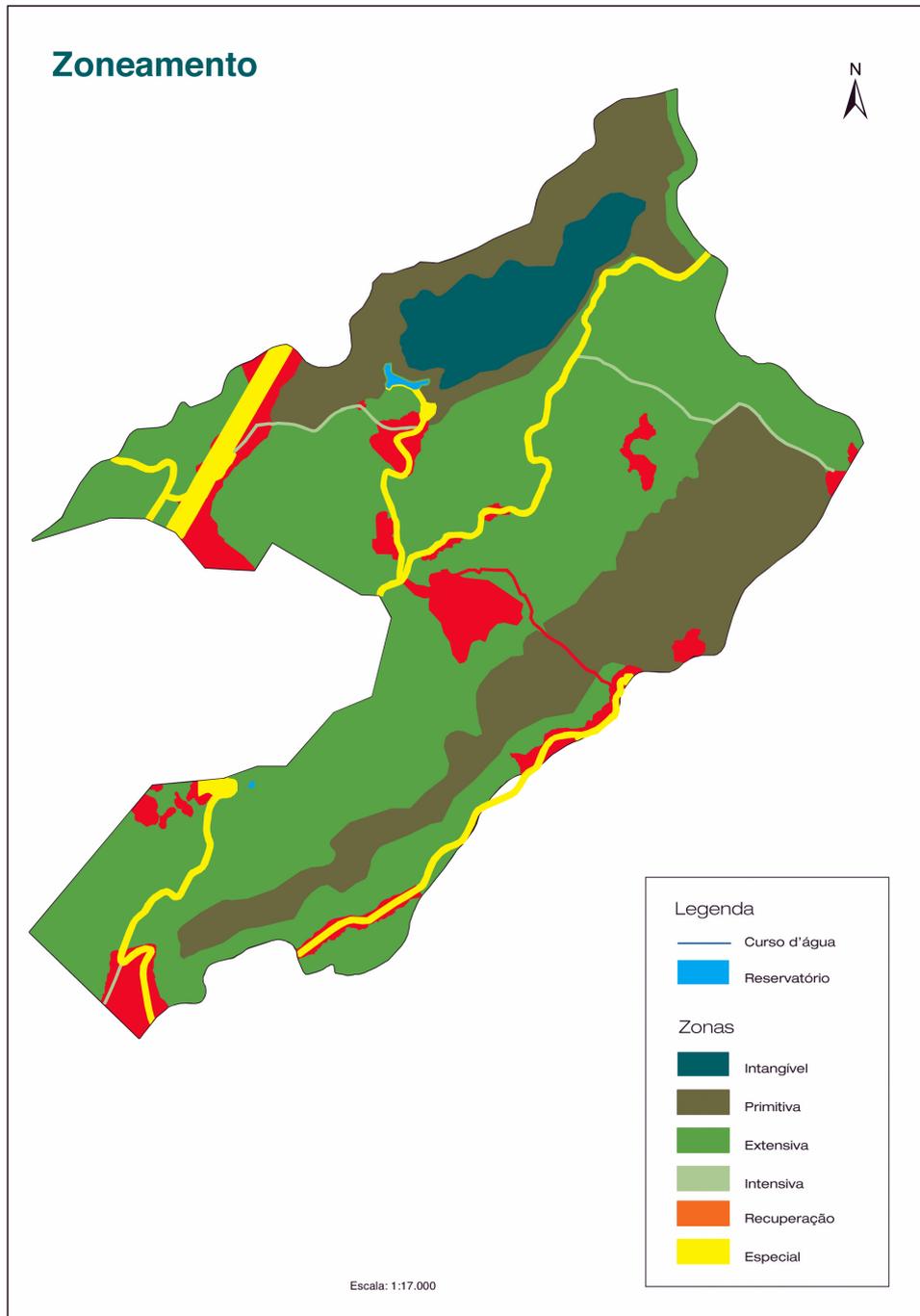


FIGURA 1.5. Zoneamento do Parque

CAPÍTULO 2

Metodologia

2.1. Descrição da Metodologia

A metodologia utilizada foi desenvolvida por Cole & Bayfield [CB93] e sofreu algumas adaptações para que pudesse ser aplicada aos ecossistemas tropicais:

- (1) Foram delimitadas quatro áreas de 4,1m x 3,0m, não perturbadas e com as mesmas características de luminosidade, declividade, orientação de vertentes e unidades de solo, a fim de garantir a homogeneidade da amostra;
- (2) Cada área foi subdividida em cinco parcelas de 0,5m de largura cada uma, onde apenas um dos quatro tratamentos (controle, 25 pisoteios¹, 75 pisoteios, 200 pisoteios, 500 pisoteios) foi aplicado aleatoriamente. Estas parcelas foram separadas por linhas tampão de 0,4m de largura conforme esquema da figura 2.1.
- (3) Cada parcela foi subdividida em cinco quadrantes de 0,5m x 0,5m nos quais as observações foram realizadas pela pesquisadora utilizando um medidor quadrangular mostrado na figura 2.2.
- (4) O pisoteio foi realizado por três pessoas, que revezavam entre si, orientadas a pisotear toda a parcela: um pisoteio pela borda direita, outro pela borda esquerda e outro pelo centro.

A coleta de dados para a análise quantitativa foi feita medindo-se as variáveis escolhidas em três períodos:

- (1) Antes da realização do experimento para informações sobre o meio;
- (2) Após 10 dias para estimativa da resistência da vegetação;
- (3) Após 3 meses do pisoteio para analisar a resiliência do ecossistema frente ao uso.

2.2. Descrição das variáveis estudadas

O critério de observação considerou as seguintes variáveis:

- (1) **Diversidade de formas de vida:** número de formas de vida encontradas no quadrante.
- (2) **Cobertura vegetal total:** soma do percentual de cobertura de cada forma de vida.
- (3) **Fanerófitas (menores que 0,5m e entre 0,5m e 1m):** plantas lenhosas com as gemas e brotos de crescimento protegidos por catafilos, situados acima de 0,25m do solo.
- (4) **Bambús:** plantas da sub-família Bambusoideae, da família das gramíneas (Poaceae ou Gramineae), habitam uma alta gama de

¹1 pisoteio: Passagem do indivíduo no percurso de 3m de comprimento da parcela.

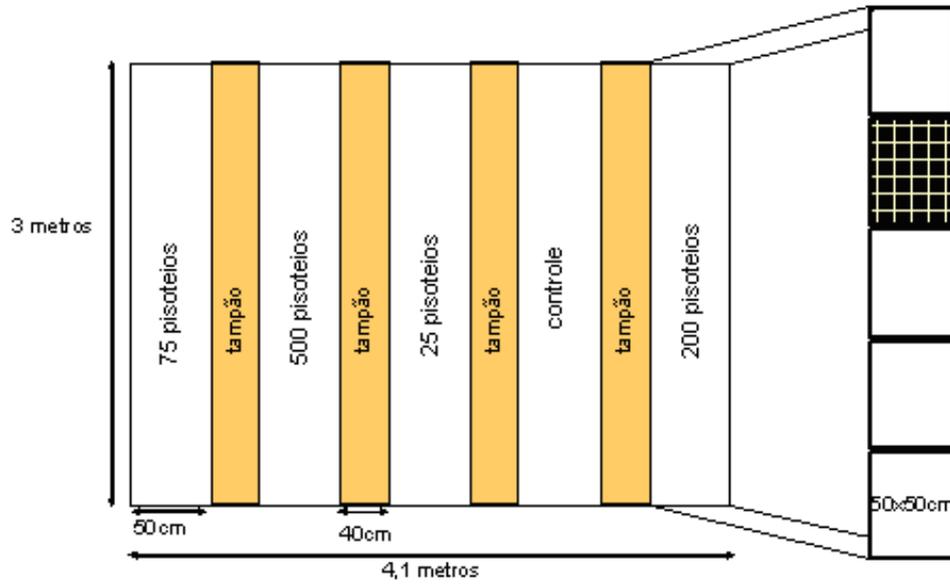


FIGURA 2.1. Esquema ilustrativo de uma área e uma linha de tratamento



FIGURA 2.2. O instrumento de coleta dos dados

condições climáticas (zonas tropicais e temperadas) e topográficas (do nível do mar até acima de 4000 ms) e possuem caules lenhificados utilizados na fabricação de diversos objetos como instrumentos

musicais, móveis, cestos e até na construção civil, onde é utilizado em construções de edifícios a prova de terremotos.

- (5) **Palmeiras:** nome comum da *Arecaceae*, anteriormente conhecida como *Palmae* ou *Palmaceae*, a única família botânica da ordem *Arecales*. Pertencem a esta família plantas muito conhecidas, como o coqueiro e a tamareira, abrangendo cerca de 205 gêneros e 2.500 espécies. Se distribuem pelo mundo todo, mas estão centralizadas nas regiões tropicais e subtropicais. São plantas perenes, arborescentes, tipicamente com um caule cilíndrico não ramificado do tipo estipe, atingindo grandes alturas, mas por vezes se apresentando como acaule (caule subterrâneo).
- (6) **Herbáceas perenes:** plantas de caule macio ou maleável, normalmente rasteiro, sem a presença de lignina (podendo, geralmente, ser cortado apenas com a unha) - ou seja, sem caule lenhoso.
- (7) **Lianas jovens (ramo com folhas):** plantas de crescimento trepador, cujo caule é incapaz de sustentar-se em posição ereta por seus próprios meios. As lianas usualmente apresentam caule estreito e maleável, mas há lianas lenhosas, que crescem rapidamente sobre as árvores para alcançar a luz abundante disponível sobre o dossel das florestas.
- (8) **Fungos:** vasto grupo de organismos classificados como um Reino pertencente ao Domínio Eukaryota. Os fungos ocorrem em todos os ambientes do planeta e incluem importantes decompositores e parasitas. A grande maioria das plantas vasculares têm associações simbióticas com fungos, a nível da raiz, ao que se dá o nome de micorrizas. Esta associação ajuda as raízes na absorção de água e nutrientes.
- (9) **Bromélias:** aparecem na natureza como epífitas, terrestres ou rupícolas (espécies que crescem sobre as pedras) e compõem uma das mais adaptáveis famílias de plantas do mundo, pois apresentam uma impressionante resistência para sobreviver e apresentar infinitas e curiosas variedades de formas e combinações de cores;
- (10) **Commelinaceae:** nome botânico para uma família de plantas com flores, também conhecida como *spiderwort*;
- (11) **Epífitas:** vegetais que se apoiam em outro para obter mais luz e mais ventilação;
- (12) **Pteridófitas:** primeiros vegetais vasculares (isto é, dotados de vasos) e divididos em raiz, caule e folhas. Estas características permitiram-lhes atingir maiores dimensões do que qualquer outra planta terrestre existente até então, transformando-as nas primeiras planta;
- (13) **Briófitas:** grupo de plantas verdes, sem raízes (mas com um rizóide composto por pêlos absorventes) e também sem um verdadeiro caule ou folhas.
- (14) **Piperaceae:** família de plantas dicotiledôneas, que inclui as diversas variedades de pimenta.
- (15) **Solo exposto:** o percentual do quadrante onde havia somente terra.

CAPÍTULO 3

Análise Descritiva

3.1. Caracterização das áreas selecionadas antes da aplicação dos tratamentos

Para verificar a similaridade entre as quatro áreas do Parque das Nascentes aplicou-se a técnica multivariada Star Plot descrita em [JW02]. Esta técnica consiste na construção de gráficos apresentados em forma de círculos, de raio máximo igual a um. Quanto menor o raio (mais próximo do centro) menor é a proporção encontrada da variável em questão e quanto maior o raio (mais próximo da borda) maior é esta proporção.

A Figura B.1 apresenta a caracterização de cada uma das quatro áreas do Parque das Nascentes, onde pode-se perceber uma diferença entre as áreas com relação às formas de vida. A área 1 é bem diferente das demais, destacando-se por possuir no geral as menores proporções de formas de vida.

A diferença entre as áreas também se deve à proporção de determinada forma de vida ser maior em uma área do que em outra.

3.1.1. Análise das variáveis. A fim de verificar a frequência das variáveis nos quadrantes de cada área do parque foram construídas tabelas de frequência agrupando as respostas em faixas de valores estabelecidas pela pesquisadora. Nessas tabelas, pode-se ver que grande parte das variáveis possuem maior frequência no valor zero, o que indica ausência da correspondente variável no quadrante.

Quantidade de formas de vida: pela Tabela A.1 verifica-se que poucos quadrantes não apresentam formas de vida.

Cobertura vegetal total: pela Tabela A.2 verifica-se que quase todos os quadrantes possuem cobertura vegetal, podendo chegar até a 50%.

Solo exposto: pela Tabela A.3, verifica-se que foi encontrado solo exposto em apenas seis quadrantes, todos localizados na área 1.

Fanerófitas menores que 0,5m: verifica-se, pela Tabela A.4, que aparecem na maior parte dos quadrantes, porém o percentual de cobertura da maioria é no máximo de 25%.

Fanerófitas entre 0,5m e 1m: aparecem em poucos quadrantes (Tabela A.5) e também possui cobertura de até 25% na maioria dos quadrantes.

Palmeiras: também são encontradas em poucos quadrantes (Tabela A.6), porém sua cobertura chega a 50%.

Bambus: ausentes (Tabela A.7).

Herbáceas Perenes: presentes em poucos quadrantes das áreas 1, 2 e 4 atingindo 25% de cobertura na área 1 e 50% na área 4 (Tabela A.8).

Lianas Jovens: estão presentes em boa parte dos quadrantes, como pode-se verificar pela Tabela A.9, embora grande parte desses quadrantes possua de 0,25% a 5% de cobertura.

Fungos: presentes em apenas um quadrante de cada área e não ultrapassam 5% de cobertura (Tabela A.10).

Bromélias: presentes apenas em um quadrante da área 2 não ultrapassando 5% de cobertura (Tabela A.11).

Commelinaceae: presentes em poucos quadrantes das áreas 2 e 4 não ultrapassando 25% de cobertura (Tabela A.12).

Epífitas: presentes em poucos quadrantes. Não ultrapassam 5% de cobertura (Tabela A.13).

Briófitas: presentes apenas em seis quadrantes, nas áreas 2 e 3. Não ultrapassam 5% de cobertura (Tabela A.14).

Pteridófitas: estão concentradas em poucos quadrantes da área 3 e não ultrapassam 25% de cobertura (Tabela A.15).

Piperaceae: presentes apenas em um quadrante da área 3 não ultrapassando 5% de cobertura (Tabela A.16).

3.2. Perda Relativa após a aplicação dos tratamentos

Os gráficos de perda relativa foram construídos a fim de verificar o impacto causado à vegetação de acordo com a intensidade do pisoteio. Para cada área construiu-se um gráfico da média da perda relativa no quadrante por tratamento para algumas das variáveis analisadas.

A perda relativa no quadrante foi definida da seguinte maneira:

$$(3.2.1) \quad \text{Perda Relativa no quadrante} = \frac{CR_D - CR_A}{CR_A}$$

em que:

CR_A : percentual de cobertura no quadrante antes do tratamento;

CR_D : percentual de cobertura no quadrante depois do tratamento.

Assim, temos que valores próximos a 1 indicam perda próxima a 100%. Valores iguais a zero podem indicar que o pisoteio não afetou a variável ou que o valor desta antes do pisoteio era igual a zero. Perda relativa negativa indica aumento no valor do percentual de cobertura e perda relativa positiva indica diminuição no valor do percentual. Para variável “solo exposto”, devido à grande quantidade de valores iguais a zero nos quadrantes antes do pisoteio, foi utilizada outra definição:

$$(3.2.2) \quad \text{Ganho de solo exposto} = CR_D - CR_A$$

Desta forma, teremos o percentual de solo exposto após o pisoteio.

3.2.1. Perda Relativa após dez dias e Recuperação após três meses do pisoteio.

Quantidade de Formas de Vida: Pela Figura B.2 nota-se um aparente aumento na perda da quantidade de formas de vida, dez dias após o pisoteio, com o aumento da intensidade de pisoteios. Três meses após o pisoteio, a perda relativa, em geral, foi menor, o que indica uma discreta recuperação.

Cobertura vegetal total: A perda da cobertura vegetal total dez dias após o pisoteio aumenta com o aumento da intensidade de pisoteios. Após três meses, em geral, não observa-se a recuperação. (Figura B.3).

Fanerófitas menores que 0,5m: Dez dias após o pisoteio apresentaram grande perda para 200 pisoteios ou mais, sendo que em algumas áreas houve perda de pelo menos 45% para 25 pisoteios e 75 pisoteios. Essa forma de vida apresentou uma boa recuperação três meses após o pisoteio apenas para até 75 pisoteios (Figura B.4).

Fanerófitas entre 0,5m e 1m: Para pisoteios iguais ou superiores a 75 apresentaram maior perda dez dias após o pisoteio, porém quanto à recuperação três meses após o pisoteio é possível afirmar que ela foi nula para 500 pisoteios. (Figura B.5).

Palmeiras: Após dez dias, apresentaram perda maior acima de 25 pisoteios com perdas de, pelo menos, 50% na maioria das áreas e não se recuperaram após três meses (vide Figura B.6).

Lianas Jovens: Sofreram perdas totais, após dez dias, em muitas áreas acima de 25 pisoteios e não se recuperaram após três meses conforme observa-se na Figura B.7.

Pteridófitas: Extremamente sensíveis, após dez dias apresentaram perdas totais já para 25 pisoteios e também não se recuperaram após três meses (Figura B.8).

Solo exposto: A Figura B.9 sugere aumento de solo exposto com o aumento da intensidade de pisoteios e mostra recuperação total em quase todas as áreas.

CAPÍTULO 4

Análise Inferencial

Cole & Bayfield [CB93] sugerem multiplicar a perda relativa de cada área por um fator de correção que leva em conta as alterações ocorridas nas parcelas que receberam o tratamento controle. Esse fator tem o objetivo de separar o efeito do pisoteio de outros efeitos que possam interferir na perda da vegetação.

Nesta etapa, a variável resposta avaliada em cada área foi a perda relativa corrigida de cobertura vegetal (das formas de vida ou total) dada por:

$$(4.0.3) \quad PR = \frac{CRM_D}{CRM_A} \times FC$$

com

$$FC = \frac{CRM_{AC}}{CRM_{DC}}$$

onde:

PR : perda relativa corrigida;

CRM_A : percentual de cobertura da área (média dos percentuais dos quadrantes) antes do tratamento;

CRM_D : percentual de cobertura da área (média dos percentuais dos quadrantes) depois do tratamento;

CRM_{AC} : percentual de cobertura da área (média dos percentuais dos quadrantes) antes no controle;

CRM_{DC} : percentual de cobertura da área (média dos percentuais dos quadrantes) depois no controle;

FC : fator de correção.

4.1. Modelo Linear Generalizado

O modelo linear generalizado (MLG) é um modelo de regressão que leva em consideração a distribuição da variável resposta, permitindo que esta pertença à família exponencial de distribuições, o que flexibiliza a relação funcional entre a média da variável resposta e o preditor linear. O preditor linear é uma função monótona e diferenciável que relaciona de forma linear os parâmetros a serem estimados e as variáveis explicativas.

Para descrever o comportamento da perda relativa corrigida em função da intensidade de pisoteio foram ajustados modelos lineares generalizados, conforme [PAU04], para os períodos de dez dias e três meses após a aplicação dos tratamentos.

Assim, assumindo distribuição normal com média μ e variância σ^2 para a perda relativa corrigida, modelou-se a média μ da seguinte forma:

$$(4.1.1) \quad \frac{1}{\mu} = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

sendo:

x_1 : a intensidade do pisoteio;

x_2 : quantidade de formas de vida;

α : perda relativa média corrigida quando $x_1 = 0$ e $x_2 = 0$.

β_1 : a variação média no inverso da perda relativa corrigida média para o acréscimo de um pisoteio quando a quantidade de formas de vida é mantida fixada;

β_2 : a variação média no inverso da perda relativa média corrigida para o acréscimo de uma forma de vida quando a intensidade de pisoteio é mantida fixada;

4.1.1. Ajuste dos Modelos. O ajuste do modelo da perda relativa corrigida pelo modelo linear generalizado foi realizado somente para a Cobertura Vegetal Total. Para as demais formas de vida os ajustes não foram satisfatórios devido à grande variabilidade entre as observações da perda relativa corrigida nas quatro áreas. As curvas ajustadas encontram-se na Figura C.3.

A qualidade do ajuste foi verificada através de técnicas gráficas: gráfico Normal de Probabilidade com envelopes (Figura C.1) e gráfico de Resíduos Padronizados (Figura C.2) segundo [PAU04] para dez dias e três meses.

4.1.1.1. *Cobertura Vegetal Total - Dez dias após o pisoteio.* Nas tabelas A.17 e A.18 são apresentados os resultados de ajuste dos modelos para dez dias após o pisoteio.

Como a diversidade de formas de vida não é estatisticamente significativa, então retirou-se esta covariável do modelo. Assim sendo, o modelo pode ser reescrito da seguinte forma:

$$(4.1.2) \quad \frac{1}{\mu} = \alpha + \beta_1 x_1$$

sendo:

x_1 : a intensidade do pisoteio;

α : perda relativa média corrigida quando não houve pisoteio ($x_1 = 0$). Espera-se que o valor estimado do parâmetro α encontre-se próximo de 1;

β_1 : a variação média no inverso da perda relativa corrigida média para o acréscimo de um pisoteio;

4.1.1.2. *Cobertura Vegetal Total - 3 meses após o pisoteio.* As tabelas A.19 e A.20 contém os resultados do ajuste dos modelos para 3 meses após o pisoteio.

Neste caso, a covariável diversidade de formas de vida também não é estatisticamente significativa, sendo, portanto, retirada do modelo.

4.1.1.3. *Pisoteios letais médios.* Como houve apenas efeito da intensidade de pisoteio na perda relativa corrigida, pode-se encontrar os pisoteios letais médios que ocasionam perda relativa corrigida média de 25%, 50% e 75% na cobertura vegetal total, que são de interesse da pesquisadora, a partir da equação 4.1.2 para dez dias após o pisoteio e para três meses após o pisoteio.

Para dez dias após o pisoteio tem-se:

$$(4.1.3) \quad x_1 = \frac{\mu^{-1} - 1,0072}{0,0219}$$

Para três meses após o pisoteio tem-se:

$$(4.1.4) \quad x_1 = \frac{\mu^{-1} - 0,9706}{0,0071}$$

Substituindo o valor desejado dos quartis em μ pode-se determinar os pisoteios letais médios apresentados na tabela abaixo.

Período	Perda Vegetal	Pisoteios
10 dias	25%	15
10 dias	50%	38
10 dias	75%	137
3 meses	25%	51
3 meses	50%	145
3 meses	75%	427

4.2. Modelo de Análise de Variância para Experimentos com Medidas Repetidas

A fim de comparar as médias da perda relativa corrigida, com respeito aos 10 dias e três meses, foi usado um modelo de Análise de Variância (ANOVA) para experimentos com dois fatores e medidas repetidas em um fator proposto por [NKNW96]. Este modelo supõe que os efeitos destes fatores são fixos. Sendo A e B os fatores, um possível modelo para análise do experimento considera os efeitos principais de A e B, efeito do indivíduo hierárquico em A e a interação entre os fatores. Este modelo é dado por:

$$(4.2.1) \quad y_{ijk} = \mu + \rho_{i(j)} + a_j + b_k + (ab)_{jk} + e_{ijk}$$

onde:

μ : representa a média geral;

$\rho_{i(j)}$: representa o efeito aleatório do i – *ésimo* indivíduo hierárquico no j – *ésimo* nível do fator A;

a_j : representa o efeito fixo do j – *ésimo* nível do fator A;

b_k : representa o efeito fixo do k – *ésimo* nível do fator B;

$(ab)_{jk}$: representa o efeito de interação fixo entre o j – *ésimo* nível do fator A e o k – *ésimo* nível do fator B;

e_{ijk} : representa um erro aleatório.

Um modelo onde B é o fator com medidas repetidas e A é o fator sem medidas repetidas, com quatro níveis em A e dois níveis em B, pode ser esquematizado conforme a Tabela 4.1.

TABELA 4.1. Esquema de experimento com dois fatores e medidas repetidas em um fator.

Fator A	Indivíduo	Fator B	
		B1	B2
A_1	1	y_{111}	y_{112}
	2	y_{211}	y_{212}
	\vdots	\vdots	\vdots
	n	y_{n11}	y_{n12}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_4	$3n + 1$	$y_{(3n+1)11}$	$y_{(3n+1)12}$
	$3n + 2$	$y_{(3n+2)11}$	$y_{(3n+2)12}$
	\vdots	\vdots	\vdots
	$4n$	y_{4n11}	y_{4n12}

Sendo assim, foi considerado, para este experimento, a intensidade de pisoteio como o fator A, com quatro níveis (25, 75, 200 e 500 pisoteios), o período como o fator B, com os níveis 10 dias e 3 meses e o indivíduo as faixas de cada área. Dessa forma, foi possível avaliar o efeito da intensidade de pisoteio sobre perda relativa corrigida de cobertura da vegetação e se esta é idêntica nos dois períodos.

A Tabela A.21 contém o resultado da Análise de Variância para este experimento, calculado por meio do software Minitab 14, conforme [NKNW96]. Os resultados sugerem que há evidências do efeito do pisoteio sobre a média da perda relativa corrigida de Cobertura Vegetal Total (nível descritivo igual a 0,005). Além disso, há evidências de que a perda relativa de Cobertura Vegetal Total é a mesma nos dois períodos ao nível de significância de 5%, ou seja, a Cobertura Vegetal Total não se recuperou após três meses da aplicação dos tratamentos.

CAPÍTULO 5

Conclusões

A partir da análise estatística realizada foi possível concluir que há efeito da intensidade de pisoteio sobre a Cobertura Vegetal Total do Parque das Nascentes. Como houve grande variabilidade nos valores da perda relativa corrigida da vegetação nas áreas, não foi possível realizar o ajuste dos modelos de Regressão Linear Generalizada e de Análise de Variância para todas as variáveis utilizadas neste trabalho. O estudo feito com a Cobertura Vegetal Total mostrou que a resistência da vegetação é maior para baixas intensidades de pisoteio e diminui com o aumento da intensidade de pisoteio. Por meio da Análise de Variância (ANOVA) verificou-se que as médias da perda relativa corrigida da Cobertura Vegetal Total para cada intensidade de pisoteio são estatisticamente iguais, ao nível de significância de 5%, nos dois períodos. Devido à grande variabilidade das observações da perda relativa corrigida, não foi possível concluir que houve recuperação da Cobertura Vegetal Total após três meses do pisoteio. Quanto ao ganho de solo exposto, parece haver efeito de pisoteio apenas para dez dias após a aplicação dos tratamentos.

APÊNDICE A

Tabelas

TABELA A.1. Distribuição da Quantidade de Formas de Vida nas áreas do Parque antes do pisoteio

Quantidade de formas de vida	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0	2	1	2	1
1	4	3	5	3
2	11	1	6	8
3	4	9	4	9
4	3	9	5	2
5	1	1	2	2
6	0	1	1	0
7	0	0	0	0

TABELA A.2. Distribuição da Cobertura Vegetal Total por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Cobertura vegetal total	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	2	0	0	0
0,25% a 5%	6	7	4	4
5% a 10%	8	5	2	4
10% a 25%	6	10	12	5
25% a 50%	3	3	7	12
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.3. Distribuição de Solo Exposto por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Solo exposto	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	19	25	25	25
0,25% a 5%	2	0	0	0
5% a 10%	1	0	0	0
10% a 25%	3	0	0	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.4. Distribuição das Fanerófitas menores que 0,5m por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Fanerófitas menores que 0,5m	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	5	3	0	5
0,25% a 5%	11	14	12	9
5% a 10%	6	5	5	6
10% a 25%	3	3	8	3
25% a 50%	3	3	7	12
50% a 75%	0	0	0	1
75% a 90%	0	0	0	1
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.5. Distribuição das Fanerófitas entre 0,5m e 1m por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Fanerófitas entre 0,5m e 1m	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	17	17	18	21
0,25% a 5%	4	4	0	1
5% a 10%	1	2	3	1
10% a 25%	2	2	3	1
25% a 50%	1	0	1	1
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.6. Distribuição das Palmeiras por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Palmeiras	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	19	22	21	14
0,25% a 5%	3	1	1	2
5% a 10%	1	0	1	4
10% a 25%	2	1	1	2
25% a 50%	0	1	1	3
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.7. Distribuição de Bambus por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Bambus	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	25	25	25	25
0,25% a 5%	0	0	0	0
5% a 10%	0	0	0	0
10% a 25%	0	0	0	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.8. Distribuição de Herbáceas Perenes por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Herbáceas Perenes	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	22	18	25	20
0,25% a 5%	2	5	0	2
5% a 10%	0	1	0	1
10% a 25%	1	1	0	1
25% a 50%	0	0	0	1
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.9. Distribuição de Lianas Jovens por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Lianas Jovens	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	15	10	11	7
0,25% a 5%	10	13	11	13
5% a 10%	0	2	2	2
10% a 25%	0	0	1	3
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.10. Distribuição de Fungos por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Fungos	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	24	24	24	24
0,25% a 5%	1	1	1	1
5% a 10%	0	0	0	0
10% a 25%	0	0	0	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.11. Distribuição de Bromélias por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Bromélias	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	25	24	25	25
0,25% a 5%	0	1	0	0
5% a 10%	0	0	0	0
10% a 25%	0	0	0	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.12. Distribuição de Commelinaceae por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Commelinaceae	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	25	21	25	22
0,25% a 5%	0	3	0	1
5% a 10%	0	0	0	0
10% a 25%	0	1	0	2
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.13. Distribuição de Epífitas por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Epífitas	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	25	23	23	24
0,25% a 5%	0	2	2	1
5% a 10%	0	0	0	0
10% a 25%	0	0	0	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.14. Distribuição de Briófitas por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Briófitas	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	25	21	23	25
0,25% a 5%	0	4	2	0
5% a 10%	0	0	0	0
10% a 25%	0	0	0	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.15. Distribuição de Pteridófitas por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Pteridófitas	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	25	23	10	19
0,25% a 5%	0	2	7	4
5% a 10%	0	0	6	2
10% a 25%	0	0	2	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.16. Distribuição de Piperaceae por quadrante nas áreas do Parque antes do pisoteio

Piperaceae	Número de quadrantes			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
0%	25	25	24	25
0,25% a 5%	0	0	1	0
5% a 10%	0	0	0	0
10% a 25%	0	0	0	0
25% a 50%	0	0	0	0
50% a 75%	0	0	0	0
75% a 90%	0	0	0	0
90% a 100%	0	0	0	0

TABELA A.17. Ajuste do Modelo Completo para Cobertura Vegetal Total - Dez dias após o pisoteio

Coefficientes	Estimação	Erro Padrão	Estatística t	Nível Descritivo
α	1,54146	1,27554	1,208	0,24341
β_1	0,01944	0,00636	3,056	0,00714
β_2	-0,53602	1,28551	-0,417	0,68192
Parametro de Dispersão: 0,02036468				
Desvio do Resíduo: 0,34616 com 17 graus de liberdade				

TABELA A.18. Ajuste do Modelo Final para Cobertura Vegetal Total

Coefficientes	Estimação	Erro Padrão	Estatística t	Nível Descritivo
α	1,007183	0,068465	14,711	<0,0001
β_1	0,021922	0,004413	4,967	<0,0001
Parametro de Dispersão: 0,01937651				
Desvio do Resíduo: 0,34876 com 18 graus de liberdade				

TABELA A.19. Ajuste do Modelo Completo para Cobertura Vegetal Total - Três meses após o pisoteio

Coefficientes	Estimação	Erro Padrão	Estatística t	Nível Descritivo
α	1,150775	1,048566	1,097	0,2877
β_1	0,006795	0,003580	1,898	0,0748
β_2	-0,188876	1,081690	-0,175	0,8634
Parametro de Dispersão: 0,1059231				
Desvio do Resíduo: 1,8007 com 17 graus de liberdade				

TABELA A.20. Ajuste do Modelo Final para Cobertura Vegetal Total - Três meses após o pisoteio

Coefficientes	Estimação	Erro Padrão	Estatística t	Nível Descritivo
α	0,970564	0,128040	7,580	<0,0001
β_1	0,007088	0,003101	2,286	0,0346
Parametro de Dispersão: 0,1002599				
Desvio do Resíduo: 1,8048 com 18 graus de liberdade				

TABELA A.21. Análise de Variância para Perda Relativa Corrigida de Cobertura Vegetal Total

Variáveis	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo
Pisoteio	3	7.08	0.005
Área(Pisoteio)	12	0.84	0.616
Período	1	3.66	0.080
Pisoteio*Período	3	0.60	0.630

APÊNDICE B

Gráficos Descritivos

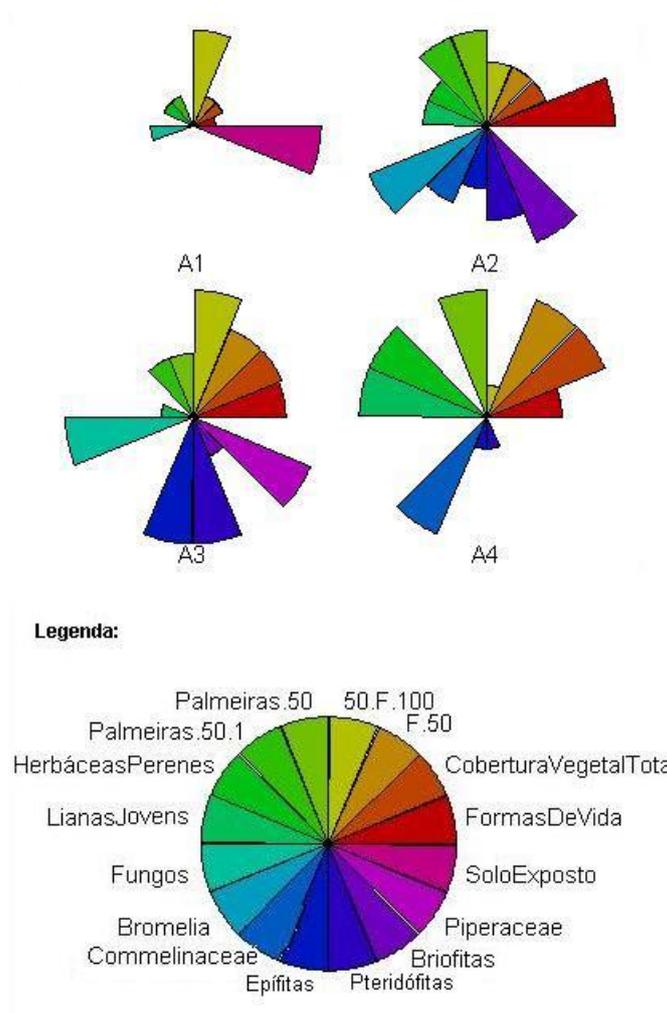


FIGURA B.1. As quatro áreas do Parque das Nascentes antes do pisoteio

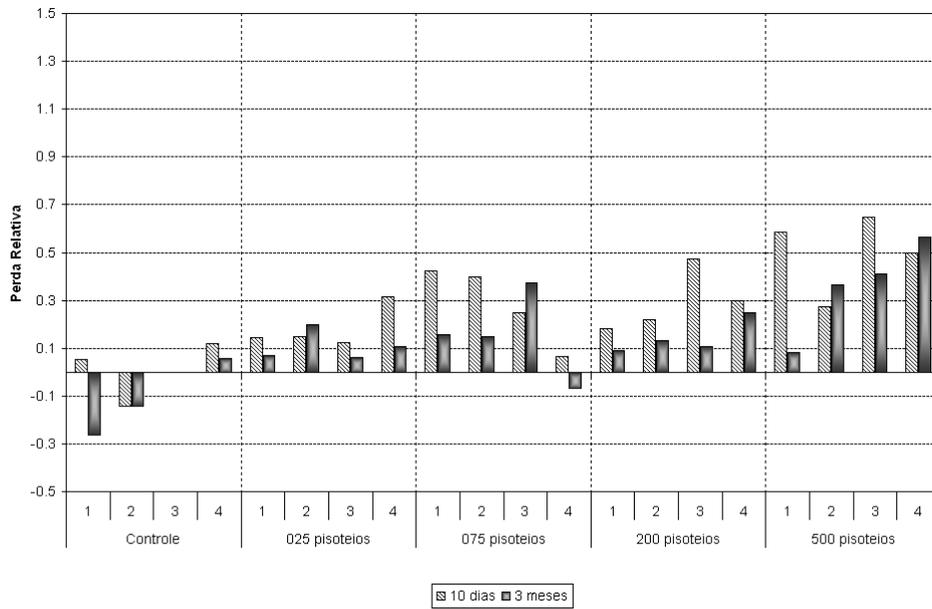


FIGURA B.2. Perda Relativa da Quantidade de Formas de Vida

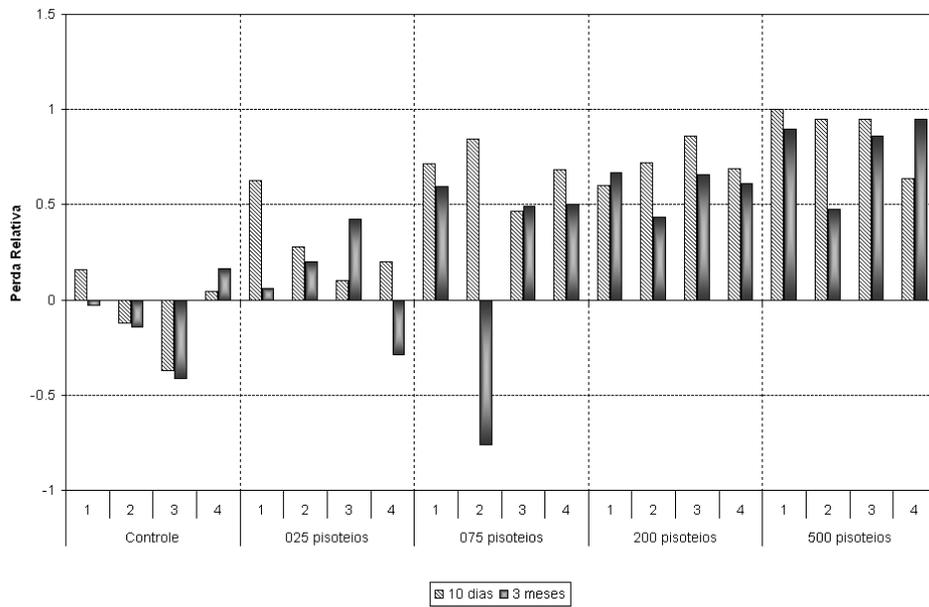


FIGURA B.3. Perda Relativa da Cobertura Vegetal Total

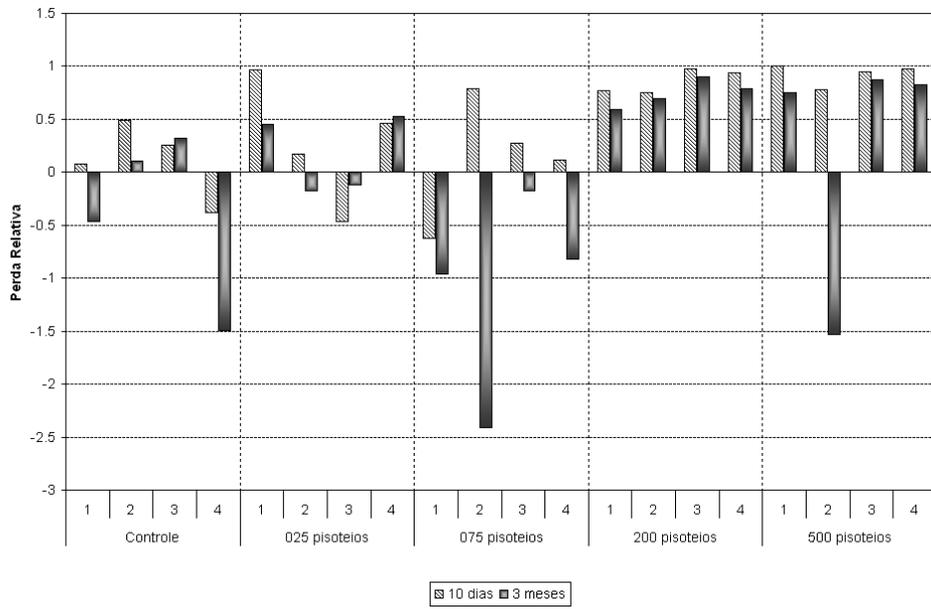


FIGURA B.4. Perda Relativa de Fanerófitas menores que 0,5m

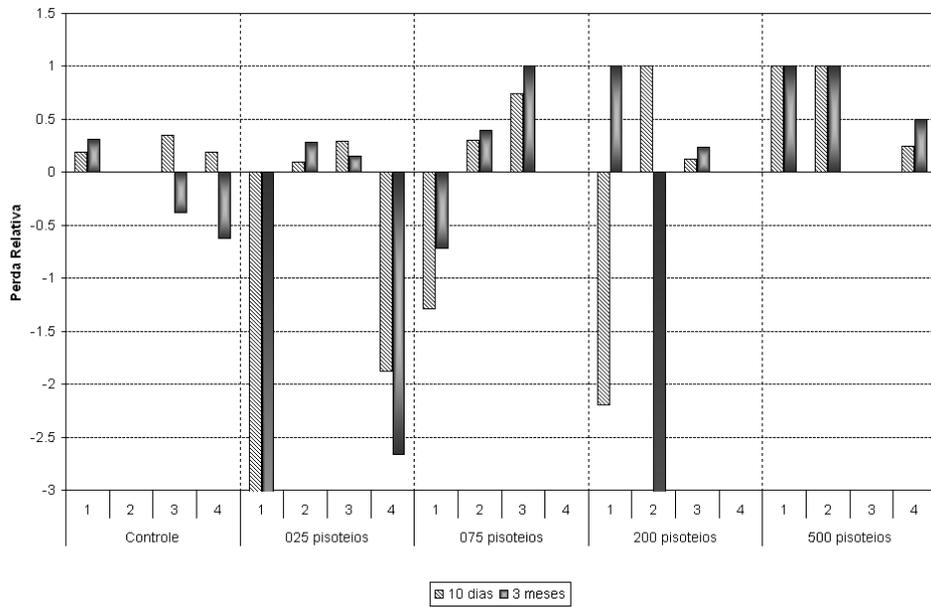


FIGURA B.5. Perda Relativa de Fanerófitas entre 0,5m e 1m

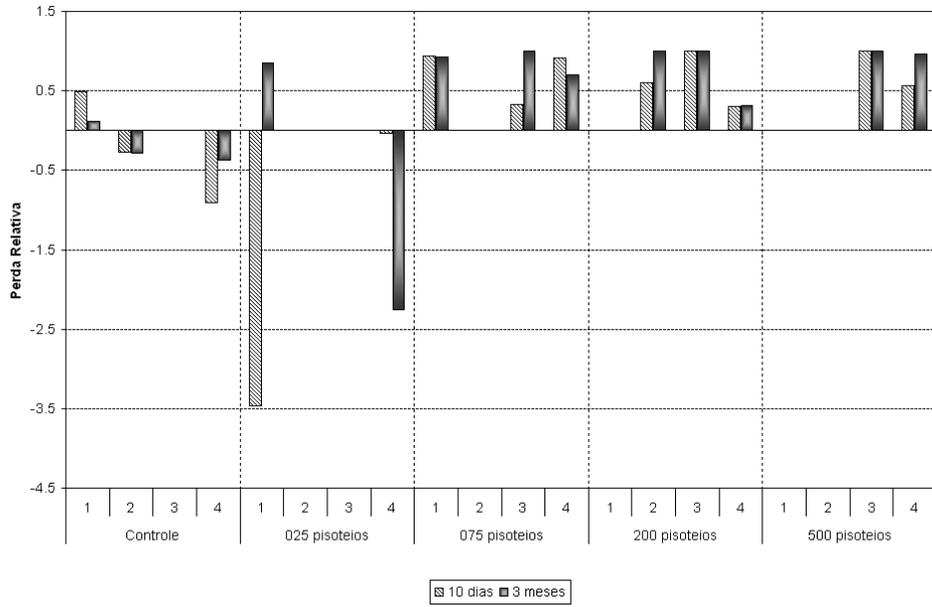


FIGURA B.6. Perda Relativa de Palmeiras

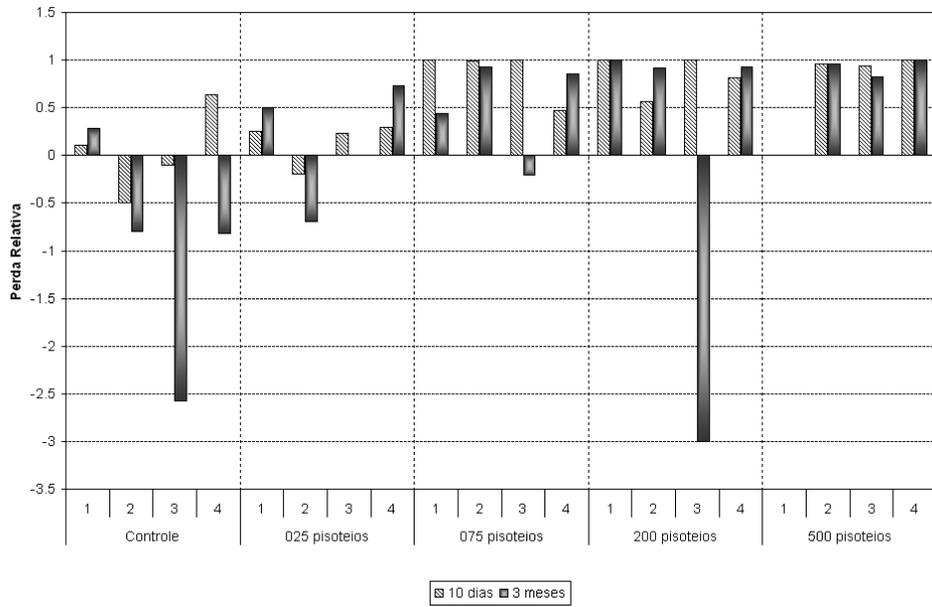


FIGURA B.7. Perda Relativa de Lianas Jovens

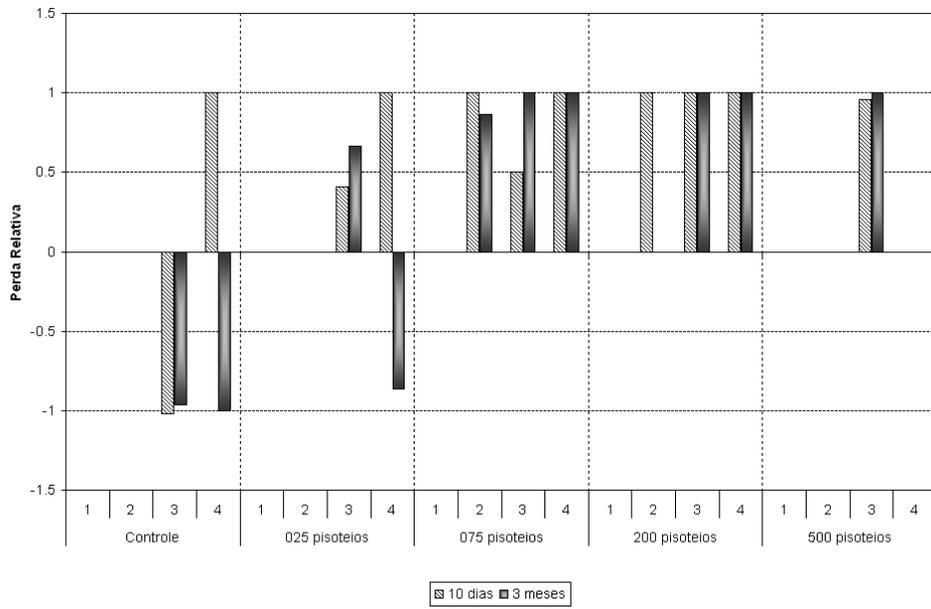


FIGURA B.8. Perda Relativa de Pteridófitas

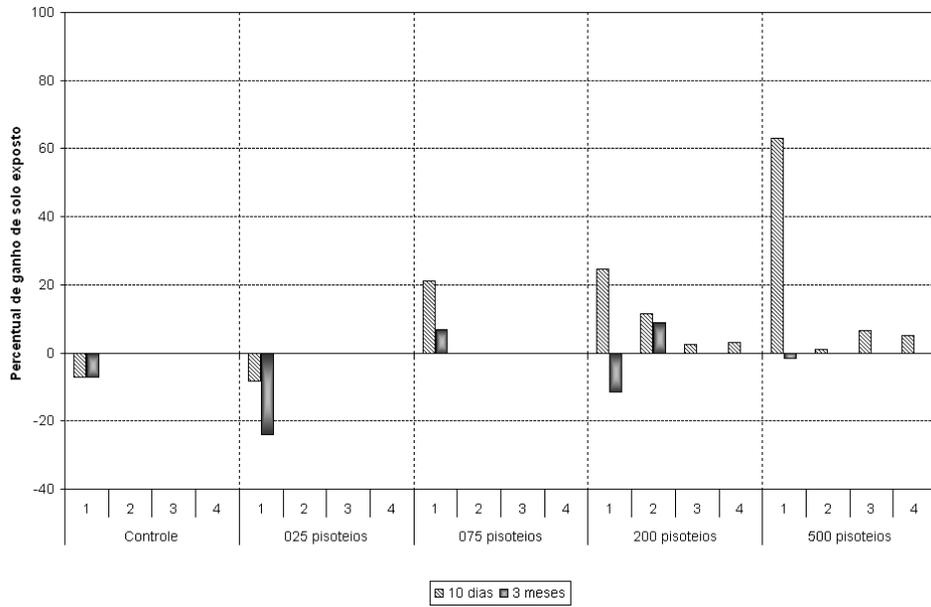


FIGURA B.9. Ganho de Solo Exposto

APÊNDICE C

Gráficos Inferenciais

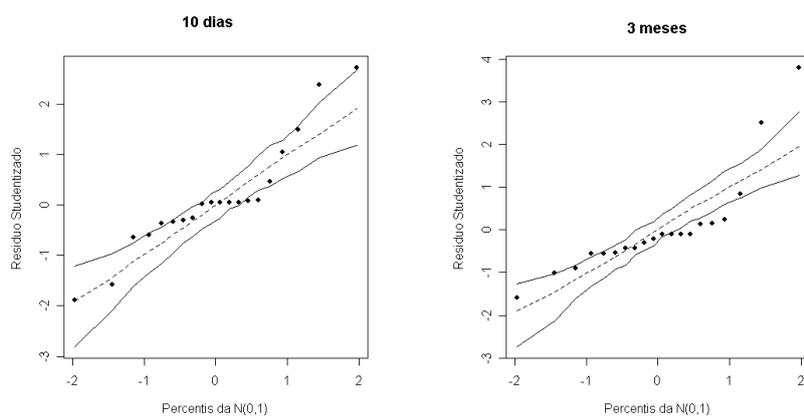


FIGURA C.1. Gráficos de probabilidade normal com envelopes simulados para um ajuste da distribuição normal para a Cobertura Vegetal Total

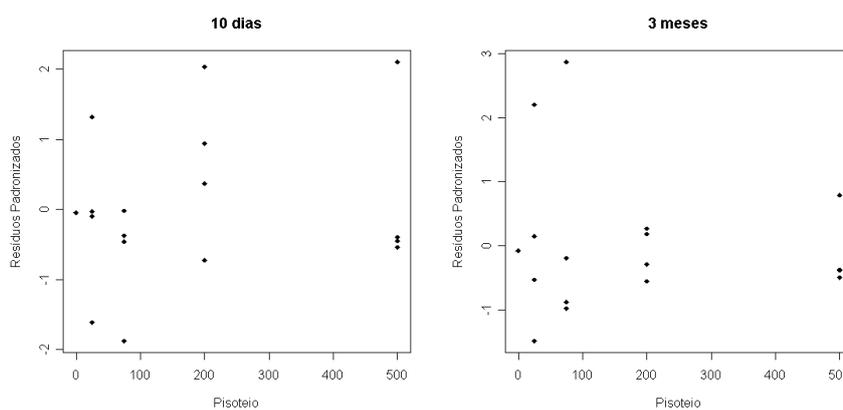
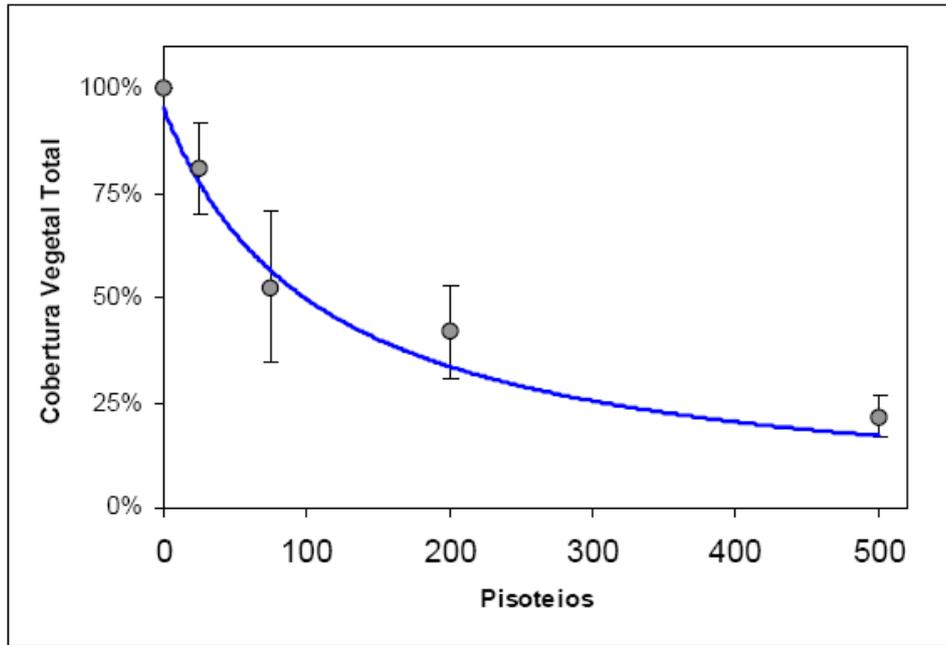


FIGURA C.2. Resíduos Padronizados para a Cobertura Vegetal Total



* Média com \pm um Erro Padrão

FIGURA C.3. Ajuste do modelo para a Cobertura Vegetal Total

APÊNDICE D

Programas Auxiliares

Programa adaptado do programa de Gilberto A. Paula disponível em <http://www.ime.usp.br/~giapaula/programas.html>

```
#-----#
# Saída: Gráfico de envelopes para o resíduo padronizado.
#-----#

fit.modelo <- glm(cobertura.vegetal.total ~ Pisoteio,
family=gaussian(link="inverse"))
summary(fit.modelo)

X <- model.matrix(fit.modelo)
n <- nrow(X)
p <- ncol(X)
H <- X%*%solve(t(X)%*%X)%*%t(X)
h <- diag(H)
si <- lm.influence(fit.modelo)$sigma
r <- resid(fit.modelo)
tsi <- r/(si*sqrt(1-h))
#
ident <- diag(n)
epsilon <- matrix(0,n,100)
e <- matrix(0,n,100)
e1 <- numeric(n)
e2 <- numeric(n)
#
for ( i in 1:100) {
epsilon[,i] <- rnorm(n,0,1)
e[,i] <- (ident - H)%*%epsilon[,i]
u <- diag(ident - H)
e[,i] <- e[,i]/sqrt(u)
e[,i] <- sort(e[,i]) }
#
for ( i in 1:n) {
eo <- sort(e[i,])
e1[i] <- eo[5]
e2[i] <- eo[95] }
#
med <- apply(e,1,mean)
```

```
faixa <- range(tsi,e1,e2)
par(pty="s ")
qqnorm(tsi, xlab="Percentis da N(0,1)",
ylab = "Residuo Studentizado ", ylim=faixa)
par(new=T)
qqnorm(e1,axes=F,xlab="", ylab= "", type="l", ylim=faixa, lty=1)
par(new=T)
qqnorm(e2,axes=F,xlab="", ylab="", type="l", ylim=faixa, lty=1)
par(new=T)
qqnorm(med,axes=F,xlab="", ylab="", type="l", ylim=faixa, lty=2)
```

Referências Bibliográficas

- [AND03] W. J. ANDRADE, *Implantação e manejo de trilhas*, Manual de ecoturismo de base comunitária - ferramentas para um planejamento responsável. WWF-Brasil, cap. 6. (disponível em <http://www.wwf.org.br/publicacoes/default.asp?module=manualecoturismo.htm>), 2003.
- [Atl05] *Atlas do parque natural municipal nascentes de paranapiacaba - desvendando um novo parque*, Abril 2005.
- [CB93] D. N. COLE and N. G. BAYFIELD, *Recreational trampling of vegetation: Standard experimental procedures*, Biological Conservation **63** (1993), 209–215.
- [COL95a] D. N. COLE, *Experimental trampling of vegetation. i. relationship between trampling intensity and vegetation response*, Journal of Applied Ecology **32** (1995), no. 1, 203–214.
- [COL95b] ———, *Experimental trampling of vegetation. ii. predictors of resistance and resilience*, Journal of Applied Ecology **32** (1995), no. 1, 205–224.
- [dRdBdMA00] Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, *Sistema nacional de unidades de conservação*, Texto da Lei 9985 de 18 de julho de 2000, Julho 2000.
- [EDE02] S. EDE, *Nós nos adequamos ao planeta? - sustentabilidade, sistemas de alimentação e pegada ecológica*, Urban Ecology Australia's 10th Birthday Celebration Bioregional Banquet, Abril 2002, Texto traduzido por Ana Lúcia Brandimarte para a disciplina Ecologia Humana.
- [JW02] R.A. JOHNSON and D.W. WICHERN, *Applied multivariate statistical analysis*, 5 ed., Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [NKNW96] J. Neter, M.H. Kutner, C.J. Nachtsheim, and W. Wasserman, *Applied linear statistical models.*, 4 ed., Mc Graw Hill., Boston, 1996.
- [PAU04] G. A. PAULA, *Modelos de regressão com apoio computacional*, Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo, 2004.