

UNIVERSIDADE FEEVALE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUALIDADE AMBIENTAL  
MESTRADO EM QUALIDADE AMBIENTAL

Linha de pesquisa: Diagnóstico ambiental integrado

NORBERTO AUGUSTO TEIXEIRA DA COSTA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE TRILHAS ECOLÓGICAS A PARTIR DE  
INDICADORES VEGETACIONAIS, FÍSICOS E SOCIAIS, NO PARQUE NATURAL  
MORRO DO OSSO, RIO GRANDE DO SUL.

Novo Hamburgo

2023

UNIVERSIDADE FEEVALE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUALIDADE AMBIENTAL  
MESTRADO EM QUALIDADE AMBIENTAL

Linha de pesquisa: Diagnóstico ambiental integrado

NORBERTO AUGUSTO TEIXEIRA DA COSTA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE TRILHAS ECOLÓGICAS A PARTIR DE  
INDICADORES VEGETACIONAIS, FÍSICOS E SOCIAIS, NO PARQUE NATURAL  
MORRO DO OSSO, RIO GRANDE DO SUL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental como requisito para a obtenção do título de Mestre em Qualidade Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Jairo Lizandro Schmitt

Novo Hamburgo

2023

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

---

Costa, Norberto Augusto Teixeira da

Diagnóstico ambiental de trilhas ecológicas a partir de indicadores vegetacionais, físicos e sociais, no Parque Natural Morro do Osso, Rio Grande do Sul / Norberto Augusto Teixeira da Costa – 2023.

79 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Jairo Lizandro Schmitt

Dissertação (Mestrado) – Universidade Feevale – Pós-graduação em Qualidade Ambiental, Novo Hamburgo, 2023.

1. Compactação do solo. 2. Educação ambiental. 3. Floresta Atlântica. 4. Sucessão ecológica. 5. Unidade de Conservação. I. Schmitt, Jairo Lizandro, orient. II. Título.

CDU 711.4:504

CDD 711.4

---

Bibliotecária responsável  
Lizete Flores da Silva CRB10/2724

**Universidade Feevale**  
**Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental Mestrado em Qualidade Ambiental**

NORBERTO AUGUSTO TEIXEIRA DA COSTA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE TRILHAS ECOLÓGICAS A PARTIR DE  
INDICADORES VEGETACIONAIS, FÍSICOS E SOCIAIS, NO PARQUE NATURAL  
MORRO DO OSSO, RIO GRANDE DO SUL.

Dissertação de Mestrado aprovada pela banca examinadora em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
de 2023, conferindo ao autor o título de Mestre em Qualidade Ambiental.

**Componentes da Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Jairo Lizandro Schmitt (Orientador)

Universidade Feevale

---

Dra. Jarcilene Silva de Almeida (Titular externa)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Dra. Vanessa Schweitzer dos Santos

Secretaria Municipal de Educação de Novo Hamburgo

Novo Hamburgo, março de 2023

*Não há exemplo maior de dedicação do que o da nossa família. Dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste percurso à minha amada esposa que tanto admiro e aos meus filhos, minha razão de viver e que me fortalecem sempre.*

## **Agradecimentos**

Acima de tudo, sou grato a Deus por me guiar durante meu percurso nesta jornada para o sucesso.

Sou grato aos meus pais, Dalila Antônia Teixeira da Costa e Luiz Norberto Dorneles da Costa, por me ensinarem a valorizar o estudo e pelo apoio incondicional.

Agradeço à minha esposa Andrea de Freitas Martins e meus três filhos por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu estimado orientador Dr. Jairo Lizandro Schmitt pela sua dedicação e paciência durante o projeto. Seus conhecimentos e carinho com a minha pessoa fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

À Universidade Feevale e todos os seus professores que sempre proporcionaram um ensino de alta qualidade.

Aos meus colegas do curso de Mestrado em Qualidade Ambiental pelas trocas de ideias e ajuda mútua. Juntos conseguimos avançar, ultrapassar todos os obstáculos e nos fortalecer.

Aos bolsistas do laboratório de botânica da Universidade Feevale, Mateus Santos Ribeiro e Dr. Jonas Bica pelo auxílio nos trabalhos de campo e identificação das espécies botânicas.

Também agradeço ao funcionário e estudante de Ciências Biológicas da Universidade Feevale Edemilson da Costa Lopes, que contribuiu direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho, sempre prestativo e pronto a ajudar-me.

Agradeço à Gestora do PNMO, Claudia de Britto Velho Ruschel, pelo interesse em possibilitar meus estudos nesta Unidade de Conservação, bem como por todo o apoio fornecido durante a realização da pesquisa. Agradeço aos Guardas-parque Antônio Carlos Gadenz e Carlos Roberto da Silva Amaral pela disponibilidade, pelo zelo e pelo conhecimento compartilhado nas diversas horas em campo.

Por fim, e não menos importante, ao biólogo Dr. Vinícius Leão da Silva por ter se disponibilizado em me ajudar na resolução dos cálculos estatísticos e interpretação dos resultados de minha pesquisa.

## RESUMO

O Parque Natural Morro do Osso (PNMO) foi a primeira Unidade de Conservação a ser criada pela administração municipal de Porto Alegre. Cerca de 60% de sua vegetação é constituída por fitofisionomias típicas da Floresta Atlântica. No passado, o local era utilizado para extração de granitos e plantação da Acácia-negra utilizada para fabricar carvão e tanino. O Parque tem três trilhas oficiais, das quais duas utilizadas pela administração para educação ambiental e outra, livremente, pela população. O objetivo foi compreender e comparar atributos vegetacionais, físicos e antrópicos em trilhas do PNMO, gerando e disponibilizando conhecimento aos gestores, necessário para subsidiar ações de mitigação de impactos negativos, de recuperação e de conservação, em um contexto educativo ambiental. Os pontos amostrais, por trilha, foram a cada 100 metros, onde averiguou-se parâmetros do meio vegetacional, físico e antrópico. O levantamento florístico total resultou em 36 espécies pertencentes à 23 famílias. Euphorbiaceae, Myrtaceae e Sapindaceae foram as famílias mais ricas. Contudo, as famílias mais abundantes foram Primulaceae, Sapindaceae e Erythroxilaceae. *Myrsine umbellata* Mart foi a espécie com maior valor de dominância nas três trilhas. A composição florística não diferiu entre as três trilhas (ANOSIM, R global = 0,068, P > 0,05). A Trilha Central apresenta maior compactação do solo na área de pisoteio e, ainda, foi significativamente mais larga que as outras duas. Porém, constatou-se que os trechos mais estreitos da Trilha de Baixo tendem a ser mais compactos. Já a Trilha da Fonte é a que apresentou maior quantidade de acessos de trilhas secundárias. As três trilhas carecem de um maior número de placas informativas e educativas, bem como de lixeiras para o descarte de resíduos sólidos, que, atualmente, inexistem. Foi registrado que o PNMO é frequentado na maioria das vezes por grupos com três ou mais pessoas, dos quais é comum estarem acompanhados por animais de estimação, principalmente cães, porém, sem a guia da coleira. Os parâmetros estudados apontam que as trilhas se encontram em processo de sucessão ecológica e que apresentam impactos ambientais negativos. Fica recomendado que novas estratégias de manejo ambiental sejam implementadas, bem como maior protagonismo, por parte da administração pública em investimentos financeiros e em ações de educação ambiental.

**Palavras-chave:** Compactação do solo. Educação ambiental. Floresta Atlântica. Sucessão ecológica. Unidade de Conservação.

## ABSTRACT

The Morro do Osso Natural Park (PNMO) was the first Conservation Unit to be created by the municipal administration of Porto Alegre. About 60% of its vegetation consists of typical Atlantic Forest vegetation. In the past, the site was used for granite extraction and planting of Black Acacia used to manufacture charcoal and tannin. The Park has three official trails, two of which are used by the administration for environmental education and another, freely, by the population. The objective was to understand and compare vegetational, physical and social attributes on PNMO trails, generating and providing knowledge to managers, necessary to subsidize negative impact mitigation, recovery and conservation actions, in an environmental educational context. The sampling points, per trail, were every 100 meters, where parameters of the vegetational, physical and anthropic environment were investigated. The total floristic survey resulted in 36 species belonging to 23 families. Euphorbiaceae, Myrtaceae and Sapindaceae were the richest families. However, the most abundant families were Primulaceae, Sapindaceae and Erythroxilaceae. *Myrsine umbellata* Mart was the species with the highest dominance value in the three trails. Floristic composition did not differ between the three trails (ANOSIM, overall  $R = 0.068$ ,  $P > 0.05$ ). The Central Trail presents greater soil compaction in the trampling area and, also, was significantly wider than the other two. However, it was found that the narrowest stretches of the Trilha de Baixo tend to be more compact. The Fonte Trail is the one with the highest number of accesses to secondary trails. The three trails lack a greater number of informative and educational signs, as well as dumpsters for the disposal of solid waste, which currently do not exist. It was recorded that the PNMO is mostly attended by groups of three or more people, of which it is common to be accompanied by pets, mainly dogs, however, without a leash. The parameters studied indicate that the trails are in the process of ecological succession and that they have negative environmental impacts. It is recommended that new environmental management strategies be implemented, as well as greater protagonism by the public administration in financial investments and in environmental education actions.

**Key-words:** Atlantic Forest. Conservation Unit. Ecological Succession. Environmental Education. Soil Compaction.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3 OBJETIVOS .....	18
3.1 OBJETIVO GERAL .....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	19
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	24
4.2.1 Levantamento dos indicadores vegetacionais .....	24
4.2.2 Levantamento dos indicadores físicos .....	26
4.2.3 Levantamento dos indicadores antrópicos.....	28
4.2.4 Análises estatísticas .....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO.....	31
5.2 INDICADORES FÍSICOS .....	47
5.3 INDICADORES SOCIAIS.....	58
6 CONCLUSÃO.....	66
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie humana, de forma geral, ainda se coloca como um ente quase “supremo” em relação ao meio ambiente, o que leva à alta degradação de boa parte dos recursos naturais com escassa preocupação de respeito e cuidado. No tocante ao assunto, torna-se evidente quanto à necessidade da mudança na forma de agir, pensar e se relacionar diante da sua inserção no ambiente, o qual tende a colocar-se por fora, sendo apenas um manipulador ou gerenciador de tudo o que está ao seu redor. Dessa forma, acaba desenvolvendo também maiores dificuldades para si, pois aumenta o efeito estufa, levando espécies à extinção ou, ainda, criando ambiente propício para o alastramento de doenças, epidemias ou pandemias.

Dentro desse contexto inclui-se o pensar Ambiental que significa introduzir novas formas de percepção de mundo que vão além do conservadorismo. Envolve também uma relação intrínseca com o planeta e o sentimento de fazer parte de sua história (DEPERON, 2012).

Felizmente, hoje em dia parece haver um crescente movimento em diversos países relativo à preocupação quanto às demandas ambientais e à conservação da biodiversidade. Pode-se dizer que esta discussão passou a ser mais amplamente abordada em meados do século XX, a contar da conferência de 1972 de Estocolmo. A partir daí, tantas outras com a temática ambiental no centro das discussões passaram a compor as agendas dos governos de boa parte dos países, incluindo o Brasil.

Um marco importante, foi o ano de 2015 que ficará na história como o ano da definição da Agenda 2030, constituída por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A Agenda 2030 é uma agenda alargada e ambiciosa que aborda várias dimensões do desenvolvimento sustentável (sócio, económico, ambiental) e que promove a paz, a justiça e instituições eficazes. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável têm como base os progressos e lições aprendidas com os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milénio, estabelecidos entre 2000 e 2015, e são fruto do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo. A Agenda 2030 e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são a visão comum para a Humanidade, um contrato entre os líderes mundiais e os povos e uma lista das coisas a fazer em nome dos povos e do planeta (Brasil N. U., 2023).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2023), o Brasil ocupa quase metade da América do Sul e é o país com a maior biodiversidade do mundo.

São mais de 116.000 espécies animais e mais de 46.000 espécies vegetais conhecidas no país, espalhadas pelos seis biomas terrestres e três grandes ecossistemas marinhos. Suas diferentes zonas climáticas do Brasil favorecem a formação de biomas (zonas biogeográficas), a exemplo da Floresta Amazônica, maior floresta tropical úmida do mundo; o Pantanal, maior planície inundável; o Cerrado, com suas savanas e bosques; a Caatinga, composta por florestas semiáridas; os campos dos Pampas; e a floresta tropical pluvial da Mata Atlântica. Além disso, o Brasil possui uma costa marinha de 3,5 milhões km<sup>2</sup>, que inclui ecossistemas como recifes de corais, dunas, manguezais, lagoas, estuários e pântanos. Essa abundante variedade de vida abriga mais de 20% do total de espécies do mundo, encontradas em terra e água. A rica biodiversidade brasileira é fonte de recursos para o País, não apenas pelos serviços ecossistêmicos providos, mas também pelas oportunidades que representam sua conservação, uso sustentável e patrimônio genético. (BRASIL, 2023).

Devido ao avanço da fragmentação florestal no Brasil e no mundo, remanescentes de ecossistemas sob maior ou menor impacto humano tornam-se cada vez mais frequentes (TROIAN et al., 2011).

O estabelecimento de áreas de proteção é um dos instrumentos mais efetivos para a conservação da biodiversidade. Em decorrência disso, há grande esforço nacional para criação e consolidação dessas áreas. Esses marcos têm sido inovadores no que diz respeito à possibilidade de participação da comunidade na tomada de decisão e de empregar mecanismos financeiros que viabilizem o sistema e incentivem a conservação dos ambientes naturais (UNESCO, 2023).

O Bioma Pampa, cuja ocorrência no Brasil é restrita ao Rio Grande do Sul, ocupa a metade sul do estado se estendendo por 63% do território gaúcho e atualmente é o segundo mais ameaçado, atrás apenas do Bioma Mata Atlântica (ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL, 2021). De acordo com o IBGE (2021, a região do município de Porto Alegre encontra-se oficialmente como pertencente ao Bioma Pampa. No momento, a cidade administra quatro Unidades de Conservação (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E DA SUSTENTABILIDADE, 2021) sendo o Parque Natural Morro do Osso (PNMO) a primeira Unidade de Conservação da Natureza criada pela administração municipal (SESTREN-BASTOS, 2006).

As unidades de conservação (UC) públicas são os locais onde as trilhas são mais representativas e para onde convergem os visitantes que buscam, através delas, os ambientes naturais para lazer e práticas de esportes (COSTA, 2006).

Mesmo sendo uma Unidade de Conservação e apesar da diversidade socioeconômica existente na região, em geral as pessoas que visitam o Morro

do Osso têm um objetivo em comum: caminhar em contato com a natureza, aproveitando a bela vista que se tem dos locais mais altos. O uso do Parque por parte da comunidade até o momento foi pouco regrado. A inexistência de um zoneamento e de cercamento levou ao uso irrestrito das áreas, existindo trilhas de entrada distribuídas por todo o perímetro. Dessa forma as atividades desenvolvidas pelos visitantes são diversas, enquanto alguns cuidam do local, outros entram acompanhados de cães soltos, soltam cavalos para pastar, fazem oferendas religiosas com material não reciclável, deixando também animais mortos e, às vezes, até colocam fogo no campo (voluntária ou involuntariamente) (SESTREN-BASTOS, 2006).

Nascimento (2018) descreve que, embora o Plano de Manejo do PNMO não seja recente, diversas ações ainda estão, ou estavam, em fase de implementação. Diante disso, a proposta de estudar os impactos gerados pelas trilhas no parque se justifica pelos seguintes aspectos: devido à localização privilegiada próxima à orla do Guaíba, o parque recebe visitas diárias tanto da população dos bairros limítrofes quanto por parte de turistas; o parque possui espécies típicas da Floresta Atlântica, sendo algumas ameaçadas de extinção, apesar de estar geograficamente no Bioma Pampa, este bastante ameaçado; o bioma em questão ainda carece de estudos mostrando os impactos gerados pelas trilhas existentes no meio da vegetação, algumas dessas utilizadas com propósito educativo e outras utilizadas de forma não planejada.

Em termos de fitofisionomia, essa espécie de alternância, ou zona de transição entre biomas, pode ser explicada por que o município é configurado como um ecótono, pois é uma região de interface entre vários ecossistemas, tais como Matas altas (Higrófilas), Banhado, Mata baixa dos morros, Mata aluvial, Vassourais, Campo com Butiás e cactáceas, entre outros. (BRACK et al., 1998; MENEGAT et al. 2006)

A flora de Porto Alegre possui uma origem de diversidade muito peculiares e engloba espécies provindas desde as distantes regiões da Amazônia, ao norte, do Chaco, a noroeste, do Pampa e Patagônia, ao sul, e da Mata Atlântica, a nordeste. Os diversos processos geológicos e geomorfológicos, que originaram compartimentações regionais do relevo, acompanhados das grandes mudanças de paleoclima do Quaternário, época de expansão das angiospermas atuais, são os fatores que explicam o ecótono na região de Porto Alegre. Pelo menos quatro rotas migratórias de plantas superiores estabeleceram-se ou colonizando terrenos anteriormente desnudos, ou sucedendo as floras estabelecidas em condições climáticas e geomorfológicas distintas. (MENEGAT et al., 2006).

Segundo Sestren-Bastos (2006), o Morro do Osso apresenta cerca de 80% das 171 espécies de árvores nativas de ocorrência original registradas para Porto Alegre por Brack et al. (1998). Além disso, o fragmento apresenta, baseado no Plano de

Manejo do Parque (SESTREN-BASTOS, 2006), mais de 20 espécies vegetais que constam na lista da flora ameaçada de extinção, conforme o decreto nº 52.109, de 1º de dezembro de 2014, que declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção (RIO GRANDE DO SUL, 2014), tais como: *Colubrina glandulosa* var *reitzii* (M.C. Johnst.) M.C. Johnst. (VU) (Rhamnaceae), *Gomphrena graminea* Moq. (NT) (Amaranthaceae), *Cattleya tigrina* A.Rich (EN) (Orchidaceae), *Vriesea gigantea* Gaudich. (NT) (Bromeliaceae), *Mandevilla coccínea* (Hook. & Arn.) Woodson (VU) (Apocynaceae), *Parodia ottonis* (Lehm.) N.P. Taylor (VU) (Cactaceae), *Agonandra excelsa* Griseb. (VU) (Opiliaceae), dentre outras.

A vegetação campestre, característica do Rio Grande do Sul, possui uma grande diversidade, sendo no Morro do Osso a formação vegetal com maior número de espécies ameaçadas de extinção e de espécies endêmicas. A importância ecológica dessa vegetação é significativa, pois abriga grande número e diversidade de animais, como pássaros e pequenos roedores, que dependem dela para sobreviver (SESTREN-BASTOS, 2006).

Quanto à fauna silvestre, conforme descrito no Plano de Manejo (SESTREN-BASTOS, 2006) cinco espécies de mamíferos foram descritas, dentre elas o Bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) que, conforme a Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022 consta na lista da fauna ameaçada de extinção (VU), além de 110 espécies de aves, 10 espécies de répteis, 12 espécies de anfíbios. Também apresenta uma riqueza importante de invertebrados, embora seja descrito que algumas poucas espécies, dentre os vários grupos taxonômicos, como oito espécies de Moluscos. Mais estudos são recomendados, tendo em vista a grande importância e variabilidade existente desses grupos de animais.

Diante o exposto, fica evidenciado que estudos que demonstrem os impactos gerados pela presença das trilhas ecológicas na biota local são relevantes e necessários. Indo de encontro com o que aponta Sestren-Bastos (2006), que afirma que a presença de diferentes formações vegetais proporciona habitats para seres vivos com exigências distintas, o que aumenta a biodiversidade local e fundamenta a sua manutenção como Unidade de Conservação da Natureza.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em quase todos os países, as áreas não protegidas estão sendo rapidamente convertidas para o uso humano (SCHAIK & RIJKSEN, 2002). A transformação da paisagem natural para cenários urbanos passa por profundas modificações dos elementos bióticos e abióticos dos ecossistemas associados, tais como solo, clima, ar, água, flora e fauna (TROIAN et al., 2011). Em um número crescente de países, os parques são tudo o que sobrou dos habitats naturais e são, essencialmente, os únicos lugares onde ainda subsiste a fauna nativa (TERBOGH & SCHAIK, 2002).

No Brasil, conforme a Constituição Federal, em seu artigo 225 (BRASIL, 1988) descreve que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Ainda, no mesmo artigo, em seu parágrafo primeiro inciso terceiro deixa explícito que: para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público: definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção.

Dentro desse contexto, por meio da lei federal 9.985 de 2000 (BRASIL, 2000), que regulamenta o artigo 225 da Constituição e seus parágrafos, foi instituído o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Essa lei divide as Unidades de Conservação (UCs) em duas categorias: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável. Em seu artigo sétimo, essa importante lei esclarece quais os objetivos de cada uma das duas categorias, conforme segue:

§ 1º O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei; § 2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Em tese, pode-se dizer que a primeira categoria tem um caráter mais protetivo do que a segunda.

Já, conforme o artigo 11 dessa mesma lei, os Parques Nacionais são Unidades de Proteção Integral que quando criadas pelos estados ou municípios e administradas por eles, são respectivamente denominados Parques Estaduais ou Municipais.

Os objetivos dos Parques Nacionais, e por consequência, dos Parques Naturais municipais, são: propiciar a proteção do meio ambiente, permitindo o contato e a integração da população com a área natural, juntamente com a proteção dos locais com elevada importância ambiental, permitindo a visita da população em locais apropriados, onde a integridade da biodiversidade não fique comprometida (SESTREN-BASTOS, 2006).

O conceito contemporâneo de Unidade de Conservação surge em 1870, nos Estados Unidos, com a criação do Parque Nacional de Yellow Stone (RANGEL, 2014). CASTRO JUNIOR *et al.* (2009) descrevem que a implementação do parque foi influenciada pelas ideias de preservação com o objetivo de manter remanescentes intocados para apreciação.

No Brasil, a partir da segunda metade do século XX, a conservação da biodiversidade se tornou um objetivo explícito das discussões sobre a proteção da natureza. Após a criação do Código Florestal em 1934 foram elaboradas leis ambientais que facilitaram o estabelecimento unidades de conservação no modelo como conhecemos hoje. Em 1937 o governo decreta a criação do primeiro parque nacional, o Parque Nacional do Itatiaia. Esse evento marca o início efetivo da política de estabelecimento e gerenciamento de unidades de conservação no Brasil. Na década de 1970 os conflitos entre populações humanas e áreas protegidas se intensificam, e as questões sociais, políticas e econômicas que levam à destruição de habitats passam a ser intensamente discutidas. Começa a se esboçar a necessidade de criação de Unidades de Conservação para além das Áreas de Proteção Integral, ampliando o conceito de estratégia de conservação, gestão territorial e de disciplina do acesso e uso de recursos naturais. (RANGEL, 2014).

Conforme o Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF – (2021), até o ano de 2020 o Brasil continha, entre UCs federais e estaduais, um total de 2446, o equivalente a mais de 250 milhões de hectares, se somadas. No estado do Rio Grande do Sul, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE – (2021) são encontrados os biomas Mata Atlântica e Pampa. No entanto, existem atualmente 4,7% e 0,2% de hectares respectivamente de UCs (BRASIL, 2021). Além disso, conforme a Fundação SOS Mata Atlântica, até 2019 o Rio Grande do Sul contava com apenas 7,9% do remanescente florestal no bioma Mata Atlântica.

Algumas paisagens florestais vêm sendo afetadas pelo efeito de borda que desencadeia alterações bióticas diretas, indiretas e abióticas (CHRISTIANINI &

OLIVEIRA, 2012). Dessa maneira, à medida que existe essa transformação da paisagem, ocorre maior penetração de luz e velocidade dos ventos provenientes da matriz devido à ausência de barreiras contínuas formadas pela própria vegetação e, como consequência, eleva a temperatura e diminui a umidade nessas áreas periféricas do fragmento (SILVA *et al.* 2011; SILVA & SCHMITT, 2015). Já levando-se em conta os efeitos da atividade turismo, estudos como o de Almeida-Correa *et al.* (2020) demonstram que o fragmento florestal em área urbana sofre redução da riqueza de espécies de répteis nativos e abundância de indivíduos do centro para as bordas. Donázar *et al.* (2018) demonstraram os efeitos negativos em uma guilda de necrófagos, gerados pelo tráfego intenso de veículos das rodovias que cercam áreas de parques, com maior recorrência nos dias de visitação da área.

Relativo à presença de acessos dentro de UCs deve-se observar o pisoteio nas trilhas que compacta o solo e altera sua porosidade, elevando a resistência mecânica do solo à penetração de raízes e à infiltração de água (RANGEL & GUERRA, 2014). Eisenlohr *et al.* (2009) verificaram que as trilhas exercem interferência sobre a vegetação arbórea em dois fragmentos de Floresta Atlântica e, assim, sugeriram que programas de restauração florestal passem a considerar as trilhas como fonte potencial de impacto. Ainda pensando no impacto que as trilhas podem causar em áreas protegidas, Rangel (2014) especifica que é preciso avaliar se a utilização das mesmas está prejudicando o solo e, por consequência, o ecossistema e, ainda, o turismo, que é uma atividade econômica de suma importância dentro de algumas áreas de proteção ambiental. Nesse sentido, a utilização de indicadores de qualidade do solo é considerada como relevante, pois possibilita o monitoramento de impactos positivos ou negativos, de fenômenos naturais ou de ações antrópicas (ARSHAD & MARTIN, 2002).

As trilhas são formas importantes de acesso ao interior de florestas ou áreas de conservação, porém uma grande quantidade de estudos sobre trilhas, tanto internacionais como nacionais, é decorrente da controvérsia que elas causam em UCs, já que uma área que foi criada com o intuito de ser preservada pode sofrer com o impacto da utilização das mesmas. (RANGEL, 2014).

Todavia, Kidd *et al.* (2015) demonstraram como a educação ambiental pode servir como ferramenta para diminuir alguns impactos, em áreas protegidas.

Tais questões demandam uma maior preocupação com o planejamento e a avaliação da influência desta atividade sobre a conservação das UC, de modo que estudos de monitoramento e controle dos impactos da visitação nas UC são medidas pertinentes, que atendem a governança dessas áreas, contribuem para a consolidação do seu uso público e garantem o alcance do seu principal objetivo, a conservação da biodiversidade. (SILVA & PERES, 2020). Também é possível compreender as trilhas ecológicas inseridas em áreas verdes florísticas como potenciais espaços não formais bastante significativos à operacionalização de práticas pedagógicas voltadas ao ensino de ciências, especialmente aquelas de caráter interdisciplinar. Elas configuram meandros experienciais estimulantes ao desenvolvimento cognitivo, tanto do ponto de vista conceitual quanto do ponto de vista sociocultural. (PIN & ROCHA, 2020).

Então pode-se dizer que, sem parques bem manejados, não existe barreira contra a extinção (SCHAIK & RIJKSEN, 2002) e isso também passa por um bom programa de orientação e educação ambiental aos turistas.

No Brasil, quando comparado com países da América do Norte, ou ainda da Europa, os estudos relacionando o acesso de trilhas nas UCs com os impactos gerados ainda são poucos, mas vêm avançando, principalmente, no sudeste do país (MAGRO, 1999; COSTA & MELLO, 2005; TAKAHASHI et al., 2005; PASSOLD, 2008; SCHÜTTE, 2009; SOBRAL-OLIVEIRA et al., 2009; TEIXEIRA & AHLERT, 2011; CORRÊA & ABESSA, 2013; ALVES et al., 2014).

Conforme Silva & Peres (2020), os indicadores em trilhas podem ser divididos em três tipos, de acordo com o impacto que representam: biológicos (alteração no comportamento animal, perda de cobertura vegetal, altura de plantas, etc.), físicos (largura da trilha, número de trilhas não oficiais, problemas de drenagem, erosão visível, compactação do solo, etc.) e sociais (danos à infraestrutura e aos recursos naturais, presença de resíduos sólidos, percepção do visitante, etc.).

No PNMO, tanto Nascimento (2018) quanto Silva & Peres (2020) demonstraram em seus levantamentos que o plástico e as bitucas de cigarro estão entre os resíduos mais frequentes encontrados nas trilhas. Ambos os autores apresentam resultados convergentes também em relação ao perfil dos visitantes, sendo a maioria de estudantes adolescentes advindos principalmente de escolas de Porto Alegre.

Quanto ao meio físico no PNMO, Rockett *et al.* (2014) tendo realizado o mapeamento da vulnerabilidade à perda de solo, os quais verificaram que ocorre estabilidade do terreno e isso se deve a fatores como o substrato rochoso e a ampla presença de cobertura vegetal. No entanto, os mesmos autores advertem que

processos erosivos se restringem às trilhas devido ao pisoteio do tráfego humano. Nascimento (2018), ao comparar duas das principais trilhas da UC, avaliando as suas larguras, processos erosivos e acesso a trilhas secundárias (não oficiais), não sendo possível estabelecer correlação entre os processos erosivos ao pico de visitação dos turistas nas trilhas.

De acordo com Troian *et al.* (2011), estudos de comunidades vegetais inseridas na malha urbana contribuem para a geração de subsídios e ferramentas de manejo e manutenção de ecossistemas naturais, ou seminaturais, em centros urbanos. Praticamente não foram encontrados estudos relativos aos impactos na biota local.

Portanto, levando-se em conta a importância da existência dessa UC, estudos relativos as perturbações e prováveis alterações ao meio biológico se fazem necessários, assim como maiores informações quanto aos indicadores físicos e antrópicos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Compreender e comparar atributos vegetacionais, físicos e antrópicos, em trilhas do Parque Natural Morro do Osso (PNMO), de Porto Alegre (RS), gerando e disponibilizando conhecimento aos gestores, necessário para subsidiar ações de mitigação de impactos negativos, de recuperação e de conservação, em um contexto educativo ambiental, envolvendo a população do entorno e usuária da área protegida.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar e comparar a composição florística, a estrutura comunitária e a fitossanidade do estrato arbóreo, crescendo na borda de três trilhas principais do PNMO, das quais duas utilizadas pela administração para educação ambiental e uma pela população em geral;
- Avaliar e comparar o efeito do pisoteio no solo e possíveis impactos negativos gerados pelo uso social das três trilhas;
- Analisar a contribuição de atributos vegetacionais, físicos e sociais sobre a diferenciação das três trilhas, a partir de um método de ordenação.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado no Parque Natural Morro do Osso (30°07' S, 51°14' W) que, de acordo com Sestren-Bastos (2006), foi a primeira Unidade de Conservação da Natureza dentre os 44 morros de Porto Alegre (Figura 1). Em seu entorno, encontram-se os bairros Cavallhada, Camaquã, Ipanema, Jardim Isabel, Pedra Redonda, Sétimo Céu, Tristeza e Vila Conceição, bairros que se originam tanto da especulação imobiliária das classes mais abastadas como de moradias irregulares das classes menos favorecidas economicamente (PRUNZEL et al., 2020). É uma das maiores áreas verdes contínuas no interior da área urbana de Porto Alegre, constituindo um fragmento do patrimônio natural (ROCKETT et al., 2014).

Do alto do morro, tem-se uma das vistas mais belas do município, com o Lago Guaíba, o Delta do Jacuí, os morros Santa Tereza, Teresópolis, Agudo, da Tapera, das Abertas e o da Ponta Grossa (PORTO ALEGRE, 2023) (Figura 2). Ainda, a UC abriga uma aldeia de Kaingang que, conforme Fuhr et al. (2012) afirmam, encontra-se no local desde 2004, vindos da região norte do estado para os municípios de Viamão e Porto Alegre.

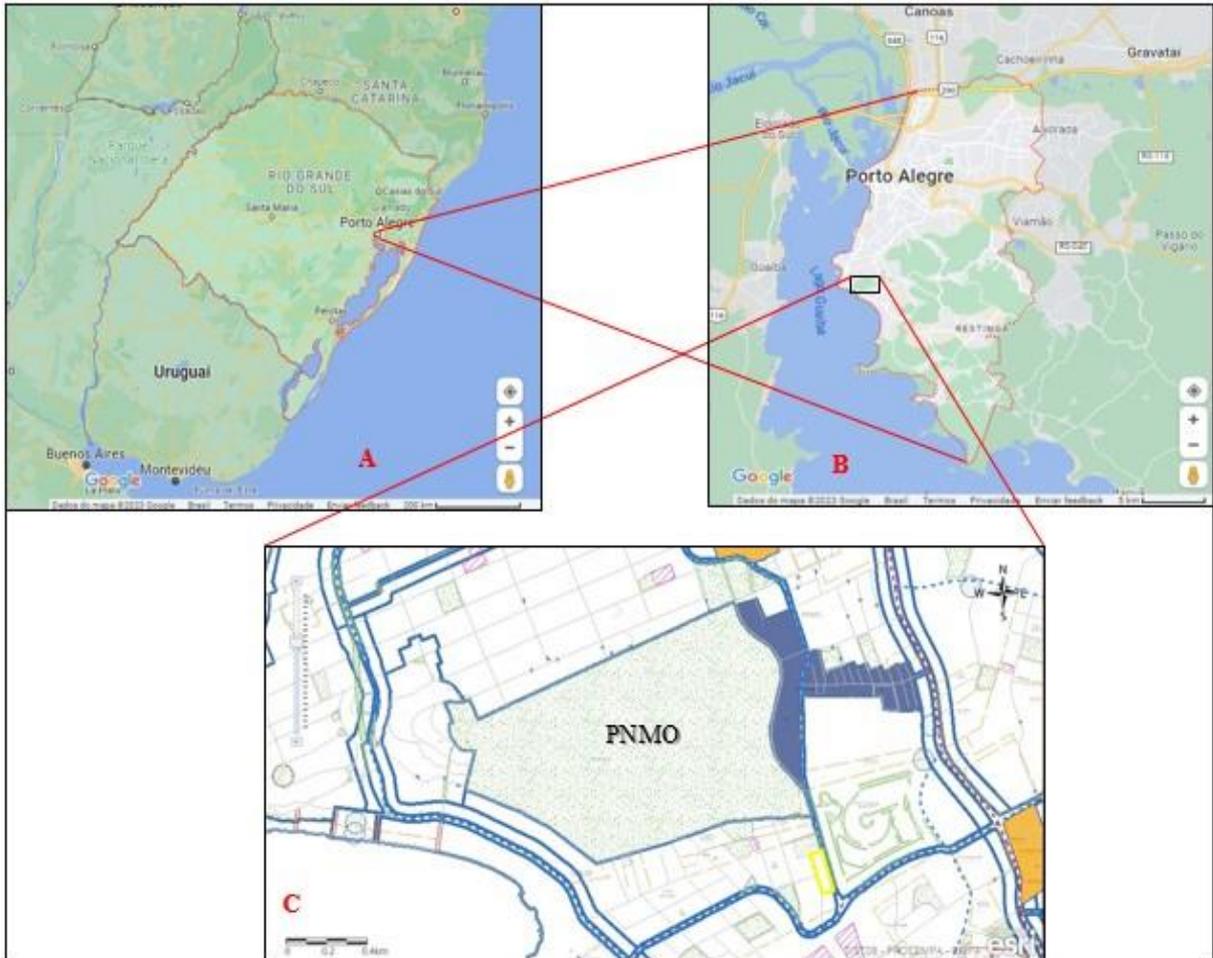


Figura 1: Mapa do Parque Natural do Morro do Osso. 1A: Mapa do estado do Rio Grande do Sul. A escala no canto inferior direito indica uma distância de 200 Km; 1B: Mapa da cidade de Porto Alegre (delimitado pelo pontilhado vermelho) A escala no canto inferior direito indica uma distância de 5 Km; 1C; Mapa da localização do PNMO em Porto Alegre (a área pontilhada delimitada por linha azul). A escala no canto inferior esquerdo indica uma distância de até 4 Km. Esquema elaborado pelo autor. Fonte: Google Maps.



Figura 2: Imagens de visualização a partir do Platô do Parque Natural do Morro do Osso, Porto Alegre, RS. 2A. vista para o lado oeste mostrando o Lago Guaíba; 2B. Chegada pela Trilha Central ao Platô; 2C. Vista para o lado norte da cidade a partir do cume. Fotos do acervo do autor.

Sua altitude é de 143m e apresenta, aproximadamente, 220 hectares de área natural (PORTO ALEGRE, 2023).

Esse patrimônio natural destaca-se pela sua biodiversidade, tanto em ambientes de campo como mata, e contempla áreas de apurada beleza paisagística e valor arqueológico. Aproximadamente 60% da vegetação natural do morro é constituída por formações florestais de dois tipos fisionômicos básicos: a floresta alta e a floresta baixa. O restante é constituído por comunidades herbáceo-arbustivas, formadas pelos campos pedregosos e pelas capoeiras e vassourais (ATLAS AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE, 2006).

No PNMO podem ser verificadas pelo menos sete das onze formações vegetais com presença de árvores para o município de Porto Alegre (BRACK et al. 1998): a mata higrófila; a mata mesófila; a mata subxerófila; a vegetação arbóreo-arbustiva de campos pedregosos (moitas arbóreo-arbustivas); capoeiras, vassourais e os campos pedregosos. Conforme Sestren-Bastos (2006), a cobertura vegetal dominante no morro é constituída de florestas (114,5 hectares), localizadas em sua maior parte na face sul, ocorrendo também manchas importantes em outros trechos. Os campos ocupam 68,5 hectares e ocorrem principalmente nas áreas de topo ou com orientação norte (Figura. 3).

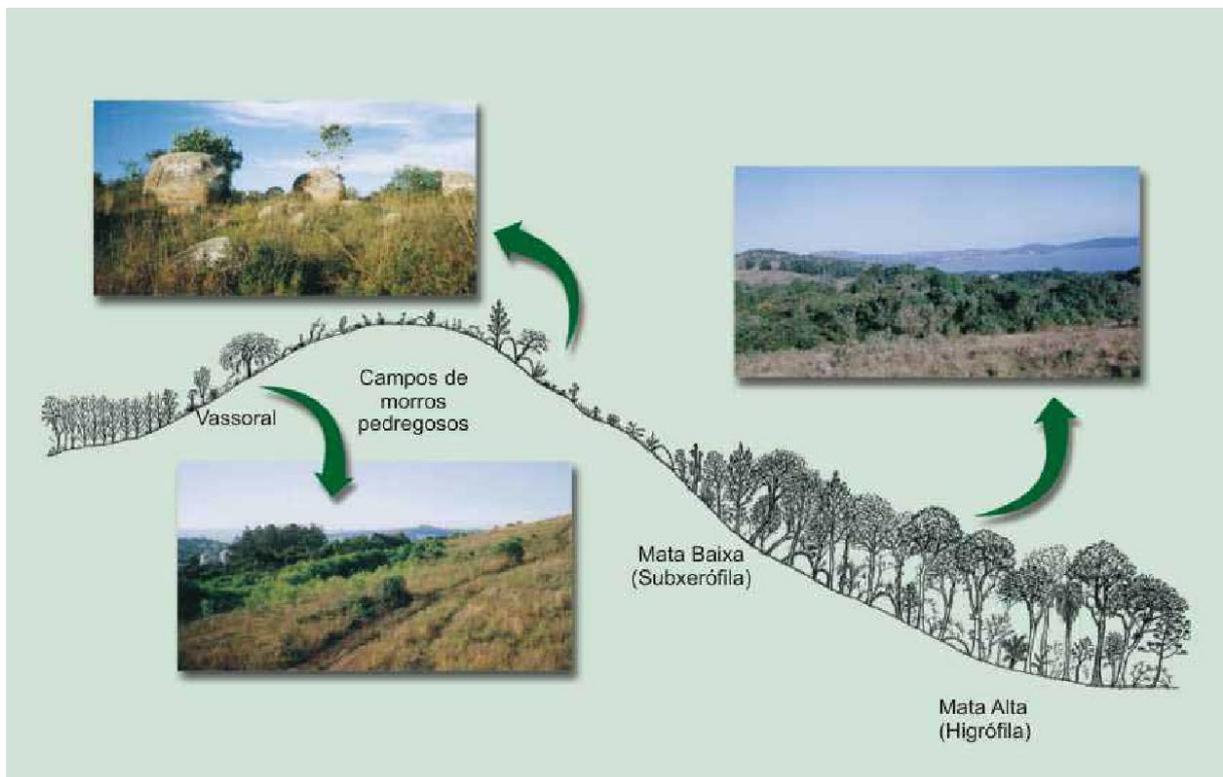


Figura 3: Esquema demonstrando o perfil fitofisionômico do Morro do Osso de Porto Alegre, RS. Fonte - Brack.et al. (1998).

O clima de Porto Alegre, conforme a classificação de Koopen (2023), é do tipo Cfa, cuja temperatura média anual é de 18,6°C. Já, baseado em dados do INMET (2022), a precipitação média mensal entre os anos de 1990 e 2020 foi de 124,6 mm para a região.

Podem ocorrer, ocasionalmente, um ou dois meses secos durante o verão, trazendo consequências diretas limitadoras à vegetação arbórea dos topos de morro, onde o solo tem baixa capacidade de retenção de água, além do maior alastramento de incêndios nesta estação (BRACK et al., 1998).

A hidrografia da UC é desprovida de grandes quantidades de cursos d'água de grande porte, conforme Rockett et al. (2014), sendo composto somente por dois cursos fluviais de primeira ordem. Referente à geologia da região, Hasenack et al. (2008) descrevem que sua formação se caracteriza pelo Granito Ponta Grossa, que constitui a parte dos morros e das cristas na parte oeste do município, com solos do tipo litólicos e neossolos.

A partir da década de 1940, o Morro do Osso sofreu com o plantio de Acácias-negras (*Acacia mearnsii*), espécie exótica de origem australiana, muito utilizada no Rio Grande do Sul como lenha, para a produção de carvão e para a extração do tanino (substância usada no curtimento do couro) (NASCIMENTO, 2018). Sestren-Bastos (2006) relatam que o local, até por volta da década de 1980, sofreu com a retirada deste granito para exploração comercial mineradora (Figura 4) e, eventualmente, a retirada de terra orgânica (terra vegetal) do sub-bosque, com o uso de máquinas.

No Morro do Osso, diante de um projeto de loteamento de boa parte da área natural, moradores de seu entorno, sensibilizados pelas ações da Associação Comunitária Jardim Isabel (ASCONJISA), iniciaram um processo de mobilização popular, com o objetivo de que se criasse uma área protegida. Posteriormente, em 1986, foi criada a Associação de Defesa do Morro do Osso (ADEMO), formada por associações de bairro, clubes de mães, escolas, grêmios estudantis, grupos de escoteiros e ONGs ecologistas, que posteriormente passou a ser a Comissão Permanente de Defesa do Morro do Osso (CPDMO) (PRUNZEL, et al., 2020).



Figura 4: Imagens de afloramentos rochosos encontrados no Morro do Osso de Porto Alegre, RS. Pode-se perceber que todas apresentam indícios, devido aos seus ângulos retos, que são resquícios da época da exploração mineral do local. 4A. vários blocos de granito soltos na borda da Trilha da Fonte; 4B. afloramento rochoso no meio da mata; 4C. rocha granítica deixada encostada em um tronco de árvore, próximo ao ponto turístico do Pé de Deus. Imagens do acervo do autor.

Por tudo isso, o Parque Natural foi instituído, em 1994, pela Lei Complementar nº 334 (PORTO ALEGRE, 1994), e nomeado Parque Natural Morro do Osso (PNMO), em 1998, pela Lei nº 8.155/1998 (PORTO ALEGRE, 1998). Prunzel, et al. (2020) descrevem que com o avanço da urbanização sobre a Zona Sul de Porto Alegre, contudo, a principal ameaça passou a ser a especulação imobiliária que acaba quase tornando o local como um fragmento florestal rodeado por edificações e avenidas com grande fluxo de veículos e pedestres.

O local possui três trilhas oficiais, Trilha da Fonte (com aproximadamente 1,6 Km de extensão), Trilha de Baixo (com aproximadamente 700 m de extensão) e Trilha Central (com aproximadamente 1,1 Km de extensão), sendo que as duas primeiras podem ser acessadas apenas mediante autorização da administração do Parque. O local é frequentemente visitado por turistas, normalmente moradores do entorno ou, ainda, por escolas que necessitam agendar a visita com antecedência. Nascimento (2018) descreve que, entre 2006 e 2015, a UC recebera 573 grupos agendados resultando em um total de 14.577 visitantes os quais cerca de 70% eram compostos por escolares.

Tratando-se da frequência de visitação, o PNMO não registra a quantidade de visitantes que circundam cada uma de suas trilhas, há apenas o registro dos visitantes agendados que participam de atividade na Trilha de Educação Ambiental. Contudo, salienta-se que esse número de visitantes não apresenta precisão com a Trilha do Eixo Central, apenas com as outras trilhas. (NASCIMENTO, 2018).

## 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento em campo tem como foco duas trilhas nas quais são permitidas a circulação de pessoas apenas com aval da administração local, que são a Trilha da Fonte (aproximadamente 1,6 Km extensão) e a Trilha de Baixo (aproximadamente 700 m de extensão), e, ainda, uma terceira de livre acesso aos visitantes, conhecida como Trilha Central (aproximadamente 1,1 Km de extensão) (Figura 5).

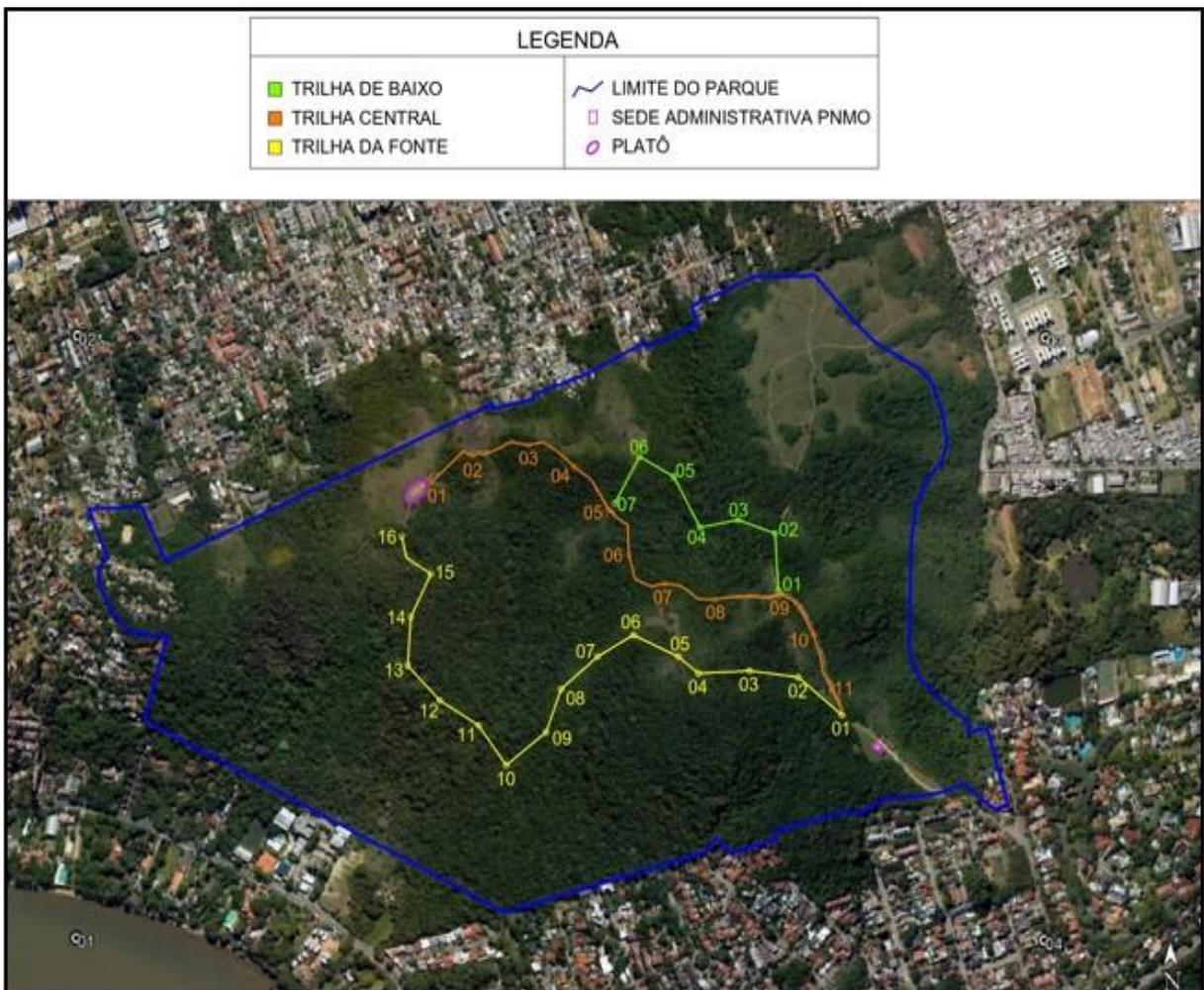


Figura 5: Imagem de satélite do Parque Nacional do Morro do Osso, Porto Alegre, RS com o traçado das três trilhas estudadas e seus respectivos pontos de amostragem. Esquema elaborado pelo autor. Imagem do Google Earth.

Os levantamentos em campo e as análises estatísticas foram divididas para contemplar três tipos de indicadores: vegetacionais (biológicos), físicos e sociais (antrópicos).

### 4.2.1 Levantamento dos indicadores vegetacionais

Medição da abertura do dossel, identificação taxonômica das espécies arbóreas, estado fitossanitário (EF), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (H) dos espécimes lenhosos. Referente à essa etapa, as análises foram a cada 100 metros por trilha, sendo que, para isso, utilizou-se os seguintes procedimentos e critérios:

- Relativo ao estudo florístico da borda, verificou-se os vegetais lenhosos, do lado esquerdo das trilhas, do sentido da sede administrativa ao topo da UC, fazendo-se um quadrante de 5m de largura por 20m comprimento, onde contemplou-se os seguintes dados: Identificação das espécies botânicas com no mínimo cinco centímetros de DAP (diâmetro à altura do peito); para a classificação das famílias, foi utilizado o Angiosperm Phylogeny Group – APG IV (APG - Angiosperm Phylogeny Group 2016). Os nomes científicos foram conferidos com a lista de espécies da Flora do Brasil; ainda, baseado nos estudos de Faria; et al. (2007), o Estado Fitossanitário (EF) considerou-se sendo: Bom (árvore vigorosa e sadia, sem sinais aparentes de ataque de insetos, doenças ou injúrias mecânicas, pequena ou nenhuma necessidade de manutenção, forma ou arquitetura característica da espécie); Regular (médias condições de vigor e saúde, necessitar de pequenos reparos ou poda, apresentar descaracterização da forma, apresentar sinais de ataque de insetos, doença ou problemas fisiológicos); Ruim (avançado e irreversível declínio, apresentar ataque muito severo por insetos, doença ou injúria mecânica, descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal, problemas fisiológicos cujos reparos não resultarão em benefício para o indivíduo); Árvore Morta (árvore seca ou com morte iminente com tronco em pé).
- Em cada ponto de coleta, colocou-se na borda da trilha uma estaca de madeira com aproximadamente 60 cm de altura para posterior identificação e retorno ao local. Para facilitar a sua visualização, a ponta foi pintada de branco, numerada sequencialmente e identificada conforme a trilha que está fixada (Figura 6). Nas trilhas da Fonte e de Baixo, os pontos foram em ordem crescente do sentido da sede administrativa ao topo do morro e a Trilha Central ao contrário, ou seja, se contabiliza em ordem crescente, a primeira a partir do topo em direção a sede administrativa (Figura 5).

- O grau de abertura de dossel foi determinado a partir de fotos hemisféricas no centro da área de pisoteio de cada ponto de amostragem das trilhas, e no meio da borda esquerda de cada ponto. O grau de abertura foi obtido com o auxílio da câmera fotográfica Sony modelo Cyber Shot, DSC-h5 acoplada à lente olho de peixe Raynox Digital. Para a obtenção do percentual de abertura de dossel, as imagens foram analisadas no programa ImageJ 1.5i.

Os parâmetros fitossociológicos por trilha também foram calculados, sendo eles: Ne número de espécimes, DAe densidade absoluta, Dre% densidade relativa, Fae% frequência absoluta, Fre% frequência relativa, DoAe% dominância absoluta, DoRe% dominância relativa, IVI% índice de valor de importância;



Figura 6: Modelo de estaca colocada na borda das trilhas estudadas no Morro do Osso de Porto Alegre, RS. Escrito em azul a abreviação de indicação do respectivo ponto amostrado. Imagem do acervo do autor.

#### 4.2.2 Levantamento dos indicadores físicos

O levantamento dos dados de compactação do solo, descrição do meio físico, (apêndice I) deram-se nos mesmos pontos descritos para os estudos de indicadores vegetacionais. Para a medição da compactação do solo, utilizou-se um Medidor Eletrônico de Compactação do Solo, modelo PLG 1020 Falker. Esse aparelho mede

a compactação do solo através da resistência à penetração, cujos resultados são expressos em kPa (Quilopascal). O aparelho foi regulado para realizar as medições até 40 cm de profundidade.

Assim, mediu-se tanto a compactação do meio da área de pisoteio da trilha, quanto os dois lados da borda, normalmente sem pisoteio e com presença de vegetação mais significativa (Figura 7).



Figura 7: 7A. Medição da compactação do solo no centro da área de pisoteio; 7B. Medição da compactação do solo em um dos lados da borda. Imagens do acervo do autor.

Para a presente pesquisa, utilizou-se dois termos relacionados à zona de influência de uma trilha adaptados de Costa (2006). O primeiro é a área de pisoteio, podendo ser considerado leito da trilha (tread), que está associada a uma superfície natural e que é muito comum estar modificada por intervenções antrópicas. O segundo é a borda da trilha que é uma área que circunda a trilha e normalmente possui seus elementos naturais mais conservados, como maior presença da vegetação. A área de borda da trilha foi definida pelo *buffer* de 5 metros a partir do limite da área pisoteada da trilha (Figura 8).

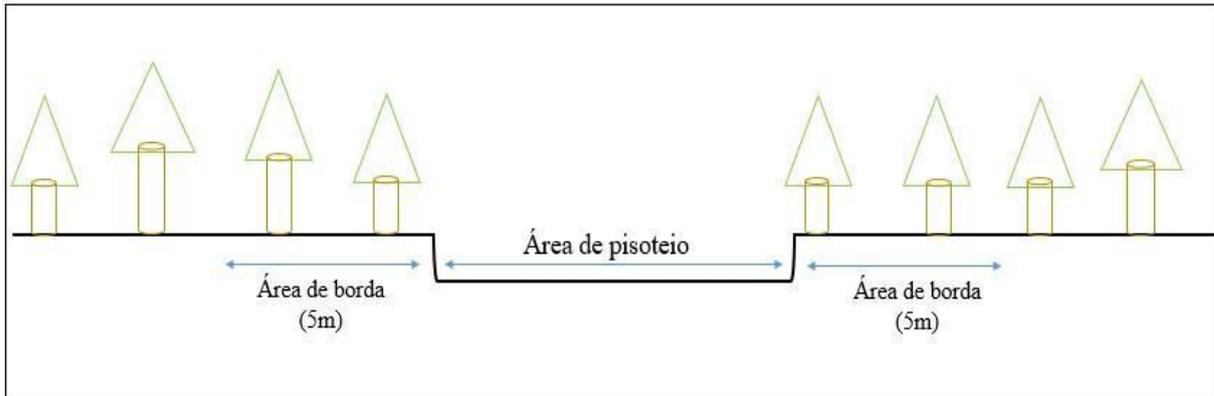


Figura 8: Esquema mostrando a definição de área de borda da trilha com extensão de cinco metros em direção ao centro da mata, a partir do limite da área de pisoteio. Elaborado pelo autor

Quantificou-se os pontos com deposição de material particulado sólido (sedimento) nas bordas e, também, se fez a contagem ao longo dos percursos das trilhas da existência de trilhas secundárias.

#### 4.2.3 Levantamento dos indicadores antrópicos

A verificação do comportamento espacial dos turistas ou visitantes deu-se no cume da UC, durante dois sábados do mês de outubro de 2022. O local foi escolhido por ser o final tanto da Trilha da Fonte quanto a Trilha Central, quase como uma zona de intersecção entre elas (Figura 9). Além disso, devido ao espaço mais amplo e a vista privilegiada da cidade, também é o principal ponto de parada de quem visita o parque. Por meio de observação direta, verificou-se o comportamento das pessoas que utilizam a área (apêndice II), além de verificação qualitativa de resíduos sólidos deixados nesse local e suas bordas.



Figura 9: Imagem de satélite do topo do PNMO, destacado entre o círculo vermelho. A: indica a chegada pela Trilha da Fonte; B: aponta para uma das maiores trilhas não oficiais que leva ao topo do morro; C: demonstra a chegada ao cume pela trilha Central; D: indica para uma trilha secundária que leva até a Rocha Pé-de-Deus um dos principais atrativos da UC. A escala no canto inferior esquerdo indica a distância de 60 metros. Esquema elaborado pelo autor. Fonte da imagem de satélite Secretaria Municipal de Meio Ambiente Urbanismo e Sustentabilidade.

#### 4.2.4 Análises estatísticas

Os resultados das variáveis nominais foram expressos através de análises de frequência e os resultados das variáveis contínuas através de medidas de posição (média) e de dispersão (valor máximo, mínimo e desvio padrão).

Para avaliar a associação da análise de campo entre as trilhas, foi utilizado o teste exato de Fischer, considerado apropriado e utilizado na análise de tabelas de contingência 2x2 e quando as suposições do teste Qui-Quadrado não foram atendidas em relação às frequências esperadas conforme o algoritmo de Mehta e Patel (MEHTA, 1980).

As variáveis quantitativas como medias de compactação pressão (kPa), largura das trilhas, área de pisoteio, altura das árvores e espessura do tronco (DAP) entre as trilhas foram medidas através do teste *One Way ANOVA* considerando as suposições dos testes. Para comparar a largura da Trilha e área de pisoteio com dados da avaliação de campo, foi utilizado o teste T para amostras independentes nas quais as variáveis apresentassem duas categorias e *One Way ANOVA* para mais de duas categorias. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro Wilk.

Quando verificada as correlações entre as medidas de compactação com largura da trilha e área de pisoteio, foi utilizada a análise de correlação de Pearson.

Os dados foram tabulados no software Microsoft Excel e analisados estatisticamente pelo software SPSS23.0. Em todos os testes foi considerado como significativo um  $p < 0,05$ . Quanto à mensuração da riqueza, diversidade e dominância de espécies, foram utilizados os índices de Margalef, Melnhinick, Shanonn, Pielou, Simpson e Berger-Parker, respectivamente.

Para testar se havia diferenças significativas na composição florística entre as comunidades das parcelas de cada trilha, foi realizada uma ordenação NMDS e uma análise de similaridade ANOSIM utilizando dados de presença, ausência e cobertura das espécies. Para reconhecer as espécies com maior distribuição e similaridade entre as parcelas de cada trilha, foi realizada uma análise SIMPER (Porcentagem de Similaridade). Estes foram realizados no software PRIMER-E (CLARKE E GORLEY 2002) versão 5.2.9.

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada para verificar a correlação de indicadores abióticos e bióticos estudados em cada trilha. Para as análises se utilizou a matriz de correlação, uma vez que os dados incluídos não possuem a mesma unidade de medida. O software utilizado foi o PAST 4.02.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

O levantamento florístico nas três trilhas, numa área total de 3.400 m<sup>2</sup>, resultou num total de 36 espécies pertencentes à 23 famílias. *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae* e *Sapindaceae* foram as famílias com maior riqueza de espécies, tendo três cada (Tabela 1). As famílias mais abundantes em indivíduos foram: *Primulaceae* com 248, *Sapindaceae* com 88 e *Erythroxilaceae* com 82 árvores e arbustos. No total, foi possível identificar 614 espécimes, onde exclui-se os indivíduos mortos que não foram identificados.

Na trilha da Fonte, identificou-se 31 espécies distribuídas em 22 famílias, totalizando 339 indivíduos, sendo *Myrsine umbellata*, *Myrsine coriacea*, *Dodonaea viscosa*, *Erythroxylum argentinum* e *Cordia americana*, as espécies mais abundantes respectivamente (Tabelas 1 e 2). Nesta trilha, duas espécies constam tanto na lista vermelha da flora brasileira (CNC, 2012), quanto na lista estadual de espécies ameaçadas (RIO GRANDE DO SUL, 2014), sendo a primeira *Solanum arenarium* EN (em perigo) em ambas as listas e *Ocotea silvestris* LC (menos preocupante) e VU (vulnerável), respectivamente. Conforme o decreto estadual Nº 52.109 de primeiro de dezembro de 2014, que declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul, foram identificadas duas espécies nessa trilha: *Solanum arenarium* EN (em perigo) e *Ocotea silvestris* VU (vulnerável). Também se identificou três indivíduos da espécie exótica *Acacia mearnsii*, os quais dois deles foram considerados mortos e um com o estado fitossanitário ruim.

Em relação à Trilha Central, identificou-se 20 espécies e 16 famílias, totalizando 166 indivíduos. As cinco espécies mais abundantes em ordem decrescente foram *Myrsine umbellata*, *Erythroxylum argentinum*, *Myrsine coriacea*, *Dodonaea viscosa* e *Casearia sylvestris*. (Tabelas 1 e 3).

Já na Trilha de Baixo, foram identificados 19 espécies e 13 famílias, totalizando 109 indivíduos. Nesta, as cinco espécies com maior abundância foram *Myrsine umbellata*, *Erythroxylum argentinum*, *Myrsine coriacea*, *Lithraea brasiliensis*, e *Casearia sylvestris*. (Tabelas 1 e 4). Nesta também foram identificadas três árvores de *Acacia mearnsii*, porém todas mortas.

As três espécies com o maior valor de importância (IVI%) em cada trilha, quando somados, corresponderam a 60,21% e 70,45%, respectivamente (tabela 2, 3 e 4). Somente *Myrsine umbellata* correspondeu a mais de 30% do IVI% tanto na Trilha da Fonte quanto na Trilha Central, isso devido à alta cobertura e frequência. No entanto, na Trilha de Baixo, embora seja também a com maior valor de importância, o valor é um pouco abaixo, ficando em 14,7% (tabela 4). Quando se considera o gênero *Myrsine* sp., em todas as trilhas, esse representa 51,5% e 49,08% de IVI%, respectivamente (Tabela 2 e 3).

**Tabela 1: Relação das famílias e espécies com as respectivas abundâncias em cada trilha estudada no Morro do Osso em Porto Alegre, RS.**

Família	Espécie	TF	TC	TB
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	13	5	9
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1	1	3
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i> Reiss.	15		1
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr.	3		
Asteraceae	<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera		1	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) Mattos		1	
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.S.Mill.	17	7	8
Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.	1		
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i> (Mart. ex Reissek) Biral	2		
Erythroxilaceae	<i>Erythroxylum argentinum</i> O. E. Schulz	29	33	20
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M.Arg.	3		2
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	2		2
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania serrata</i> (M.Arg.) M.Arg	1	4	1
Fabaceae	<i>Acacia mearnsii</i> De Wild	3		3
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.		3	
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez		3	
Lauraceae	<i>Ocotea silvestris</i> Vatt-Gil .	1		
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart	4	1	
Melastomataceae	<i>Pleroma sellowianum</i> (Cham.) P.J.F. Guim. & Michelang.	1		
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1		1
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.		3	
Myrtaceae	<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	4	1	1
Myrtaceae	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	8		
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1		
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	49	23	14
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	94	46	22
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzch	5		
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	4	3	2
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	7	1	1
Salicaceae	<i>Casearia silvestris</i> Sw.	8	9	8

Continuação

Família	Espécie	TF	TC	TB
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl	11	6	6
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess	13		4
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	34	14	
Solanaceae	<i>Solanum arenarium</i> Sendt	2		
Solanaceae	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	1	1	
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	1		
<b>Total de Indivíduos</b>		<b>339</b>	<b>166</b>	<b>109</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

**Tabela 2: Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas e arbustivas identificadas na Trilha da Fonte, no Morro do Osso em Porto Alegre, RS.**

Espécies	ne	DAe	Dre%	Fae%	Fre%	DoAe%	DoRe%	IVI %
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	94	587,50	27,73	284,85	27,73	193,40	46,44	33,96
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	49	306,25	14,45	148,48	14,45	98,81	23,73	17,54
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	34	212,50	10,03	103,03	10,03	25,27	6,07	8,71
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. Sch	29	181,25	8,55	87,88	8,55	27,09	6,50	7,87
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	17	106,25	5,01	51,52	5,01	16,03	3,85	4,63
<i>Ilex dumosa</i> Reiss.	15	93,75	4,42	45,45	4,42	4,66	1,12	3,32
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	13	81,25	3,83	39,39	3,83	6,02	1,45	3,04
<i>Allophylus edulis</i> (St.Hil.) Radlk.	11	68,75	3,24	33,33	3,24	9,11	2,19	2,89
<i>Cupania vernalis</i> Camb	13	81,25	3,83	39,39	3,83	2,07	0,50	2,72
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	8	50,00	2,36	24,24	2,36	11,03	2,65	2,46
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8	50,00	2,36	24,24	2,36	2,47	0,59	1,77
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	7	43,75	2,06	21,21	2,06	1,10	0,26	1,46
<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	4	25,00	1,18	12,12	1,18	3,32	0,80	1,05
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotz.	5	31,25	1,47	15,15	1,47	0,69	0,17	1,04
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	4	25,00	1,18	12,12	1,18	0,92	0,22	0,86
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	4	25,00	1,18	12,12	1,18	0,87	0,21	0,86
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M.Arg.	3	18,75	0,88	9,09	0,88	2,67	0,64	0,80
<i>Acacia mearnsii</i>	3	18,75	0,88	9,09	0,88	2,07	0,50	0,76
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr.	3	18,75	0,88	9,09	0,88	0,22	0,05	0,61
<i>Solanum arenarium</i> Sendt	2	12,50	0,59	6,06	0,59	0,18	0,04	0,41
<i>Maytenus ilicifolia</i>	2	12,50	0,59	6,06	0,59	0,14	0,03	0,40
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	2	12,50	0,59	6,06	0,59	0,10	0,02	0,40
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,65	0,16	0,25
<i>Cecropia</i> sp.	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,11	0,03	0,21
<i>Psidium cattleyanum</i> Sab.	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,09	0,02	0,20
<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,07	0,02	0,20
<i>Ocotea silvestris</i> Vatt-Gil .	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,03	0,01	0,20
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,02	0,00	0,20
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,02	0,00	0,20
<i>Sebastiania serrata</i> (M.Arg.) M.Arg	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,01	0,00	0,20
<i>Pleroma sellowianum</i> (Cham.) P.J.F. Guim. & Michelang.	1	6,25	0,29	3,03	0,29	0,01	0,00	0,20

Ne número de espécimes, DAe densidade absoluta, Dre% densidade relativa, Fae% frequência absoluta, Fre% frequência relativa, DoAe% dominância absoluta, DoRe% dominância relativa, IVI% índice de valor de importância. Fonte: elaborado pelo autor.

**Tabela 3: Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas e arbustivas identificadas na Trilha Central, no Morro do Osso em Porto Alegre, RS.**

Espécies	ne	DAe	Dre%	Fae%	Fre%	DoAe%	DoRe%	IVI %
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	46	418,18	27,71	230	27,71	135,72	47,47	34,30
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. Sch	33	300,00	19,88	165	19,88	69,66	24,36	21,37
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	23	209,09	13,86	115	13,86	47,50	16,63	14,78
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	14	127,27	8,43	70	8,43	8,95	3,15	6,67
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	9	81,82	5,42	45	5,42	8,60	3,02	4,62
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	7	63,64	4,22	35	4,22	8,17	2,86	3,77
<i>Allophylus edulis</i> (St.Hil.) Radlk.	6	54,55	3,61	30	3,61	2,12	0,73	2,65
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	5	45,45	3,01	25	3,01	0,79	0,29	2,10
<i>Sebastiania serrata</i> (M.Arg.) M.Arg	4	36,36	2,41	20	2,41	0,98	0,35	1,72
<i>Ficus</i> sp.	3	27,27	1,81	15	1,81	0,98	0,35	1,32
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Ktze.	3	27,27	1,81	15	1,81	0,69	0,25	1,29
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	3	27,27	1,81	15	1,81	0,69	0,25	1,29
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	3	27,27	1,81	15	1,81	0,27	0,10	1,24
<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	1	9,09	0,60	5	0,60	0,14	0,05	0,42
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1	9,09	0,60	5	0,60	0,13	0,05	0,42
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	1	9,09	0,60	5	0,60	0,14	0,05	0,42
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	1	9,09	0,60	5	0,60	0,03	0,01	0,41
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	9,09	0,60	5	0,60	0,05	0,02	0,41
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	1	9,09	0,60	5	0,60	0,04	0,01	0,41
<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) Mattos	1	9,09	0,60	5	0,60	0,05	0,02	0,41

Ne número de espécimes, DAe densidade absoluta, Dre% densidade relativa, Fae% frequência absoluta, Fre% frequência relativa, DoAe% dominância absoluta, DoRe% dominância relativa, IVI% índice de valor de importância. Fonte: elaborado pelo autor.

**Tabela 4: Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas e arbustivas identificadas na Trilha de Baixo, no Morro do Osso em Porto Alegre.**

Espécies	ne	DAe	Dre%	Fae%	Fre%	DoAe%	DoRe%	IVI %
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	22	314,29	20,18	115,79	20,18	67,90	3,74	14,70
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. Sch	20	285,71	18,35	105,26	18,35	22,94	1,27	12,66
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	14	200,00	12,84	73,68	12,84	17,81	0,98	8,89
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	9	128,57	8,26	47,37	8,26	27,66	1,52	6,01
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8	114,29	7,34	42,11	7,34	12,61	1,00	5,23
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	8	114,29	7,34	42,11	7,34	5,19	0,29	4,99
<i>Allophylus edulis</i> (St.Hil.) Radlk.	6	85,71	5,50	31,58	5,50	7,00	0,39	3,80
<i>Cupania vernalis</i> Camb	4	57,14	3,67	21,05	3,67	1,08	0,09	2,48
<i>Acacia mearnsii</i>	3	42,86	2,75	15,79	2,75	7,18	0,40	1,97
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	3	42,86	2,75	15,79	2,75	2,08	0,11	1,87
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	2	28,57	1,83	10,53	1,83	1,01	0,06	1,24

Continuação

Espécies	ne	DAe	Dre%	Fae%	Fre%	DoAe%	DoRe%	IVI %
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	28,57	1,83	10,53	1,83	0,50	0,03	1,23
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M.Arg.	2	28,57	1,83	10,53	1,83	0,41	0,02	1,23
<i>Sebastiania serrata</i> (M.Arg.) M.Arg	1	14,29	0,92	5,26	0,92	0,14	0,01	0,61
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	14,29	0,92	5,26	0,92	0,06	0,00	0,61
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1	14,29	0,92	5,26	0,92	0,04	0,00	0,61
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	1	14,29	0,92	5,26	0,92	0,04	0,00	0,61
<i>Eugenia uruguayensis</i> Camb.	1	14,29	0,92	5,26	0,92	0,14	0,01	0,61
<i>Ilex dumosa</i> Reiss.	1	14,29	0,92	5,26	0,92	0,04	0,00	0,61

Ne número de espécimes, DAe densidade absoluta, Dre% densidade relativa, Fae% frequência absoluta, Fre% frequência relativa, DoAe% dominância absoluta, DoRe% dominância relativa, IVI% índice de valor de importância. Elaborado pelo autor.

Verificou-se que a Trilha da Fonte foi a que teve o maior percentual de compartilhamento de espécies arbóreas ou arbustivas entre as parcelas da própria trilha. A Trilha de Baixo apresentou o menor percentual, porém aparenta ter maior heterogeneidade florística, pois apresenta mais espécies contribuintes. A Trilha Central foi a mais homogênea com quatro espécies contribuindo para a similaridade (Tabela 5). *Myrsine umbellata* foi a que apresentou maior percentual de contribuição com a similaridade entre as parcelas de todas as trilhas. A composição florística não diferiu entre as três trilhas (ANOSIM, R global = 0,068, P > 0,05). Conforme os critérios de análise adotados, foi avaliado que existe similaridade alta entre o ponto um da Trilha de Baixo (P1TB) e o ponto 11 da Trilha Central (P11TC), assim como o ponto cinco da Trilha da Fonte (P5TF) e o ponto cinco da Trilha Central (P5TC) (Figura 10).

**Tabela 5: Semelhança das comunidades arbóreas e arbustivas (SIMPER com base nas matrizes de similaridade de Bray-Curtis) entre os respectivos pontos de amostragem nas três trilhas estudadas e a contribuição relativa das espécies para 90% (nível de corte) dessa similaridade.**

Trilha/espécies	Similaridade %
<b>TF - 30,28%</b>	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	37,13
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	20,22
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	13,83
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. Sch	11,57
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	5,45
<i>Allophylus edulis</i> (St.Hil.) Radlk.	2,81
<b>TC - 27,83%</b>	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	63,08

Continuação

Trilha/espécies	Similaridade %
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	14,95
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. Sch	10,57
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	4,9
<b>TB - 24,98%</b>	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	28,59
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	25,37
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. Sch	11,46
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	9,12
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	7,32
<i>Allophylus edulis</i> (St.Hil.) Radlk.	6,34
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4,56

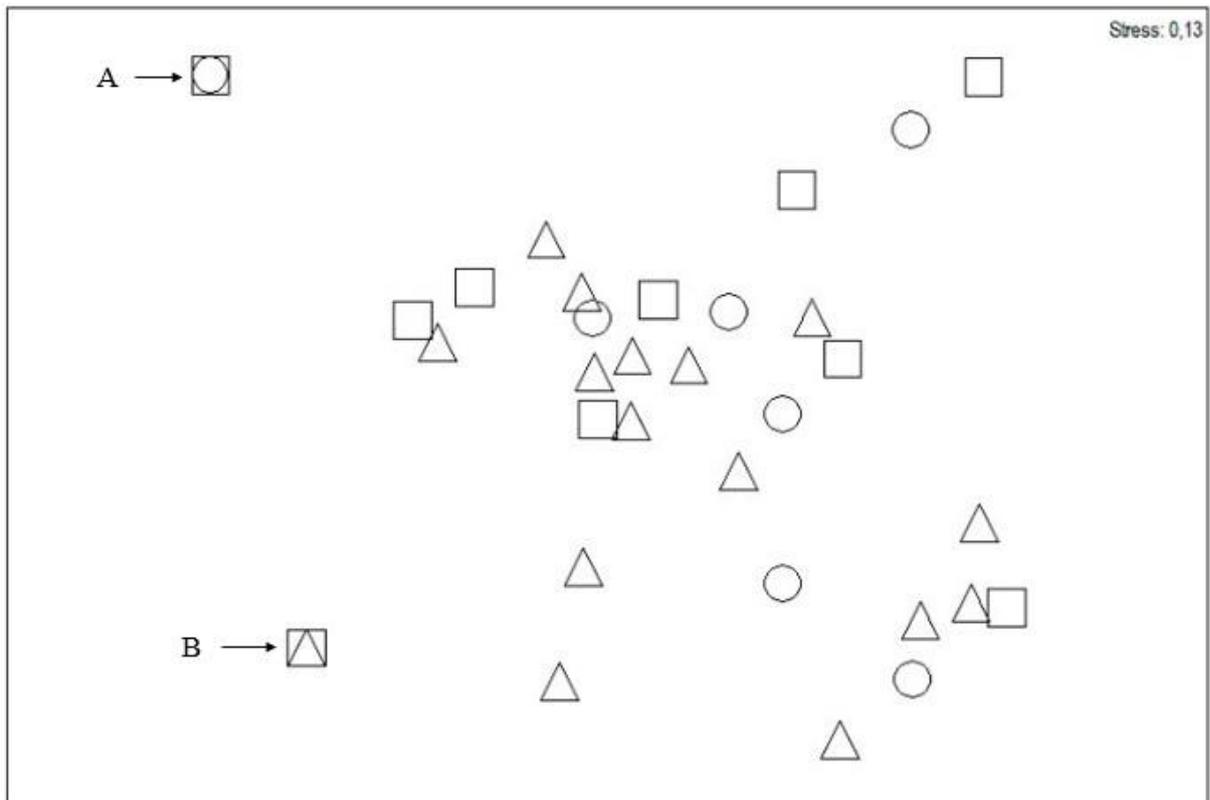


Figura 10: Ordenação (NMDS) da abundância de espécies arbóreas e arbustivas em 37 parcelas de 100m<sup>2</sup> cada. Trilha da Fonte (Triângulos), Trilha Central (quadrados), Trilha de Baixo (círculos). A: Similaridade alta entre P1TB e P11TC; B: Similaridade alta entre P11TC e P5TF; B: Similaridade alta entre P5TF e P5TC.

*Myrsine umbellata*, *Myrsine coriacea* e *Erythroxylum argentinum* contribuíram para a similaridade entre as três trilhas devido a suas maiores frequências e dominâncias. Já *Dodonaea viscosa* foi mais frequente e apresentou um maior valor

de dominância (IVI%) na Trilha da Fonte e Trilha Central, não tendo sido descrito espécimes na terceira trilha.

Os altos valores de densidade obtidos por espécies de ampla distribuição refletem a elevada plasticidade ecológica dessas e a sua capacidade de adaptação a ambientes estressantes (SOBRAL et al., 2012). As espécies mais representativas descritas neste estudo estão, em concordância com outros estudos, apontados como sendo áreas em processo de sucessão ecológica (SOBRAL et al., 2012; VENZKE; FERRER & COSTA, 2012; DA SILVA, CORDEIRO & ARZOLLA, 2022). A maior presença dessas espécies indica um processo de sucessão ecológica que a UC está passando atualmente.

De acordo com Glufke (1999), as duas espécies de *Myrsine* são indicadas para a recuperação de áreas degradadas em estágios iniciais ou médios, pois são plantas conhecidas por características pioneiras. Venzke; Ferrer e Costa (2012) descreveram esse gênero como sendo o de maior representatividade em uma área de mata no litoral de Pelotas, a qual também está em processo de sucessão. Santos *et.al.* (2012) afirmam que as duas espécies desse gênero apresentam estratégia de dispersão zoocórica, pois seus frutos pequenos e arredondados são atrativos para a avifauna (REITZ; KLEIN & REIS, 1988; SMAM (1992). Spadeto et al. (2021) salientam que, devido a estas características de dispersão, essas árvores se tornam componentes importantes em programas de reflorestamento.

Estudos realizados por Santos et al. (2012) no Parque Estadual de Itapeva, no litoral norte do Rio Grande do Sul, também relatam a maior dominância e frequência da espécie *Myrsine umbellata*, assim como o maior valor de importância (IVI). Ainda com base nos mesmos autores, tal espécie pode ser classificada dentro do grupo ecológico “secundárias iniciais”. Esta espécie é uma árvore que cresce em topos de morros, até em fendas rochosas ou solos rochosos (REITZ; KLEIN & REIS, 1988; SMAM, 1992), ou seja, mesmo em solos com pouca disponibilidade de matéria orgânica são capazes de se estabelecerem. Conforme Sobral et al. (2006), a espécie é comum em alguns países da América do Sul como Argentina e Paraguai. No Brasil, tem ocorrência principalmente de Minas Gerais e Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, em todas as formações florestais.

*Myrsine coriacea*, relativo à sua estratégia ecológica, é apontada por Santos et al. (2012) como uma espécie pioneira. Ela ocorre do México até o Uruguai e, no Rio Grande do Sul, encontra-se em todas as formações florestais (SOBRAL et al. ,2006).

Pascotto (2007) registrou 31 espécies de aves que se alimentavam do seu fruto, sendo que 25 delas foram consideradas como potenciais dispersores das suas sementes em uma mata de galeria no interior do estado de São Paulo. Além disso, a germinação de suas sementes é fácil e o crescimento é muito rápido, sendo por isso indicada para reflorestamento. (SMAM, 1992).

*Erythroxylum argentinum* floresce de setembro a dezembro, frutifica de outubro a janeiro e sua distribuição vai do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Argentina (MENDONÇA, CERVI & GUIMARÃES, 1998). Esta espécie pode ser classificada dentro do grupo ecológico secundárias iniciais, conforme Santos et al. (2012) e, ainda, sendo considerada quanto à dispersão de sementes, zoocoria.

Silva & Dillenburg (2007), ao examinarem as relações hídricas de *Myrsine umbellata*, *Dodonaea viscosa* e *Erythroxylum argentinum*, ocorrentes em um afloramento rochoso no Parque Estadual de Itapuã, RS, concluíram que são espécies que apresentam diferentes estratégias, sobretudo quanto aos períodos mais secos.

Ainda de acordo com os mesmos autores, *Erythroxylum argentinum* foi a única espécie a mostrar ajuste osmótico em resposta à seca, quando comparado as outras árvores. Essa espécie é uma árvore de pequeno porte que possui frutinhas vermelhas também apreciados pela avifauna (SMAM, 1992).

Conforme Sestren-Bastos (2006), *Dodonaea viscosa* ocorre em locais alterados pela ação humana ou em áreas de transição do campo com a mata. Um dos elementos mais comuns do vassoural é essa Vassoura-vermelha, espécie pantropical e típica de terrenos arenosos e mais ou menos alterados, ocorrendo na parte leste do Rio Grande do Sul. Em Porto Alegre, esta espécie é encontrada com frequência junto aos campos periodicamente incendiados dos morros, (Brack et al., 1998).

As capoeiras e vassourais são formações arbustivas que ocorrem em locais alterados pela ação antrópica ou em áreas de transição do campo com a mata. As capoeiras correspondem ao tipo de vegetação encontrado em locais originalmente florestais, onde houve desmatamento e posterior abandono. Tanto as capoeiras como os vassourais dão condições para a expansão da mata e a recuperação de ambientes anteriormente desmatados (MENEGAT, 2006).

A zoocoria, a partir dessa comparação de levantamentos florísticos de outros autores, representou a maior parte dos espécimes contabilizados, o que coincide com os estudos de Sobral et al. (2012) em uma UC no litoral do Rio Grande do Sul no qual

91% do total de espécies vegetais amostradas também apresentava a mesma estratégia.

Taxas reprodutivas positivas estão, muitas vezes, relacionadas à interação com agentes polinizadores e dispersores. Esses estudos ratificaram a importância dos agentes bióticos no fluxo gênico, assemelhando-se ao resultado de vários autores, como o mais relevante modo de dispersão das espécies lenhosas na Floresta Atlântica. (Sobral, 2012).

Vale ressaltar que Sestren-Bastos (2006) descrevem que a riqueza da avifauna do PNMO é 36,6% maior que a da Fundação Zoobotânica de Porto Alegre e, comparando-se as guildas, 15,5% são insetívoros/frutívoros e 6,5% Granívoras/frugívoras ou granívoras/frugívoras/folívoras.

No geral, o levantamento botânico representa 14,12% das 248 espécies e 36,5% das 63 famílias de árvores e arbustos de ocorrência original de Porto Alegre descritos por Brack et al. (1998). Sestren-Bastos (2006) descrevem que as espécies arbóreas identificadas para o plano de manejo do parque representam 80% das espécies nativas do município. Também é importante destacar as duas espécies identificadas na trilha da Fonte, *Solanum arenarium* e *Ocotea silvestres*, essas constando na lista estadual e federal de espécies da flora ameaçadas de extinção. Esses dados reforçam a importância dos estudos envolvendo a biota da UC para o reconhecimento dessa diversidade florística em APAs do município.

Um tópico de grande peso na compreensão do interesse popular na questão ambiental é a relação da sociedade com os problemas ambientais. A incorporação cada vez maior da ética individualista no modo de vida das pessoas faz com que os riscos ambientais só passem a se tornar preocupações quando confrontam diretamente o indivíduo ou a sua família, principalmente no presente, mas também em um futuro próximo. Potenciais perigos ambientais em alguns casos podem ser vistos como socialmente aceitáveis, e, assim, não haverá ressonância social para que sejam considerados prioritários pelas políticas públicas (SIQUEIRA, 2008).

Pode-se considerar, ainda, os ecossistemas e suas especificidades, funções e importância no processo de equilíbrio ecológico. As espécies ameaçadas encontradas em Parques, conforme De Avelar, Pontes & De Paula (2023), podem se tornar instrumentos de sensibilização das questões ambientais por meio da reflexão sobre a relação sociedade-natureza no que concerne ao uso dos recursos naturais. Quando falamos em políticas conservacionistas, por exemplo, estamos falando em um objetivo último da pesquisa científica (DIAS, 2004), por isso, é relevante o conhecimento da

presença destas espécies em uma das trilhas de principal acesso dos visitantes e turistas para o interior do parque.

É comum as políticas públicas de desenvolvimento econômico considerarem também a proteção ambiental (SIQUEIRA, 2008). Sendo assim, será que utilizar o conhecimento sobre espécies raras ou em perigo de extinção não poderia ser uma forma importante de se conseguir maior atenção ou cativar os agentes e administradores públicos?

Ao se comparar as duas trilhas, quanto à composição florística, percebe-se que são semelhantes, pois as quatro espécies com maior índice de valor de importância também se destacam pela maior frequência relativa e dominância relativa.

Em relação ao estado fitossanitário em ambas as trilhas, a maioria dos espécimes avaliou-se como bons (Bo), estando acima de 60% (Figura 3). No entanto, quando somadas as proporções para Ruins (Ru) e árvore morta (Am), a Trilha Central totaliza 18%, enquanto a outra trilha fica em cerca de 13%. Quanto à altura média dos vegetais, em ambas ficaram próximo de seis metros.

Ao se avaliar os índices de mensuração da diversidade botânica referentes as duas trilhas, percebe-se que ambas, no geral, apresentam resultados próximos (Tabela 6). Isso é esperado, tendo em vista que todas as amostragens pertencem a um mesmo fragmento florestal, portanto, as espécies identificadas fazem parte de uma mesma comunidade biológica. Em uma análise de riqueza e diversidade, é importante inferir mais de um índice ao mesmo tempo para que a avaliação seja otimizada e apresente dados confiáveis e efetivos sobre aspectos distintos das comunidades. Melo (2008) enfatiza, inclusive, que quando se pretende modelar diversidade como resposta a um ou vários preditores em modelos lineares, tais como Anova, nestes casos, uma sugestão é modelar separadamente a riqueza de espécies e um índice de equabilidade adequado.

**Tabela 6: Resultados dos índices de mensuração de diversidade. S – número de espécies e N – número total de indivíduos.**

	S	N	Margalef	Menhinick	Shanonn	Pielou	Simpson	Berger-Parker
Trilha da Fonte	31	339	5,15	1,68	2,57	0,75	0,87	0,28
Trilha Central	20	166	3,72	1,55	2,27	0,76	0,85	0,28
Trilha de Baixo	19	109	3,84	1,82	2,44	0,83	0,88	0,2

O maior viés metodológico que restringe este tipo de comparação é que a riqueza é fortemente dependente do tamanho da amostra e mais espécies são esperadas quanto maior o número de indivíduos amostrados (GOTELLI & COLWELL, 2001). Ainda são escassos os trabalhos publicados que contemplem especificamente as análises comparativas de índices de diversidade ou de riqueza atrelados às trilhas ecológicas.

Conforme Magurran (2011), uma comunidade em que as espécies estão alocadas em vários gêneros apresenta maior diversidade quando comparada a uma comunidade com espécies pertencentes a um único gênero. Com base nisso, pode-se dizer que todas as trilhas apresentam diversidade alta, pois apresentam maior parte das espécies alocadas em diferentes gêneros e famílias.

Praticamente todas as políticas públicas e não-governamentais de projetos conservacionistas utilizam medidas de diversidade e de riqueza para apoiar os dados que subsidiarão as verbas destinadas a medidas de preservação ambiental ou mesmo de espécies, animais ou vegetais (DIAS, 2004). Saber a diversidade de espécies numa área é fundamental para a compreensão da natureza e, por extensão, para otimizar o gerenciamento da área em relação a atividades de exploração de baixo impacto, conservação de recursos naturais ou recuperação de ecossistemas degradados (MELO, 2008).

No tocante ao desenvolvimento de estratégias de recuperação ou manutenção da biota em ambientes protegidos, é necessário compreender a complexidade dos fenômenos estruturais e ecológicos que envolvem essas regiões. Conforme Tockner et al. (1999), o conhecimento da composição específica e da variabilidade ambiental de cada sítio é importante para o desenvolvimento de programas de conservação.

A da altura das árvores da Trilha de Baixo foi mais elevada (6,51 m) considerada estatisticamente superior à Trilha Central (5,68 m  $p = 0,01$ ). No entanto, não houve diferença estatística relevante entre a média das alturas dos vegetais da Trilha de Baixo e a Trilha da Fonte, podendo ser consideradas semelhantes entre si ( $p = 0,60$ ), o mesmo ocorreria quando comparadas as médias das alturas da Trilha Central e a da Fonte ( $p = 0,18$ ) (Figura 11).

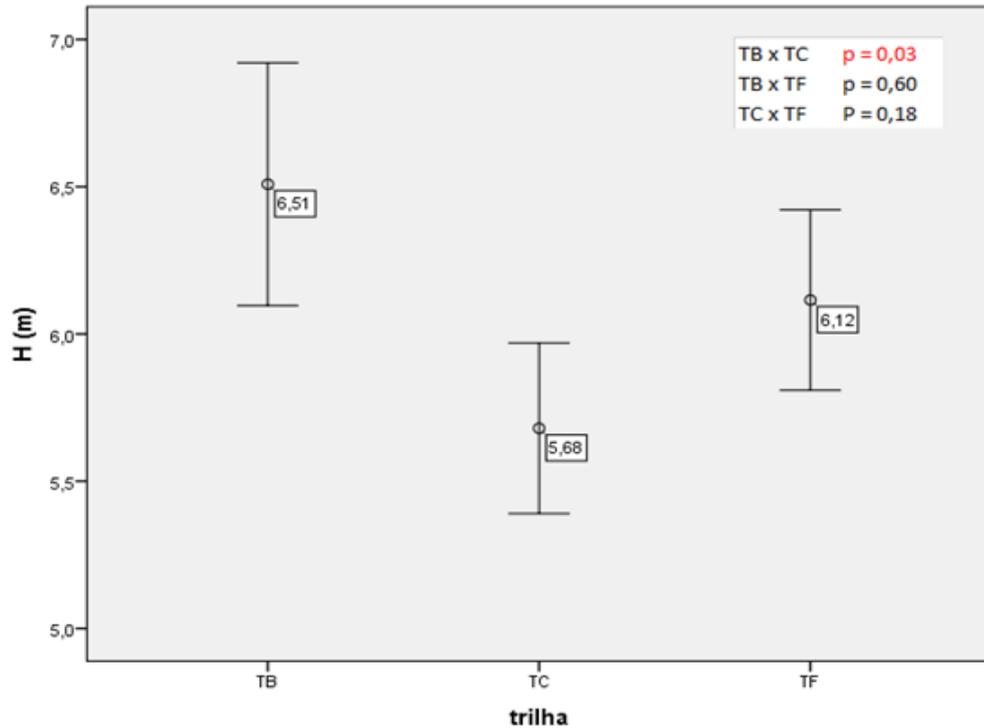


Figura 11: Comparativo da média geral da altura (H em metros) da flora por trilha. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central) e TF (Trilha da Fonte).

Na avaliação da média geral do DAP das árvores, por trilha, registrou-se troncos mais grossos na Trilha de Baixo, sendo considerada diferente das Trilhas Central e Trilha da Fonte. Já a média do DAP dos indivíduos nas Trilhas Central e Fonte foram estatisticamente iguais (Figura 12).

Duas árvores foram as mais altas, uma *Cedrela fissilis* e outra *Eugenia uruguayensis*, ambas com 20 metros, localizadas na Trilha da Fonte no ponto 14. A árvore com maior DAP foi uma *Cordia americana* com 85 cm localizada na mesma trilha, porém no ponto 13.

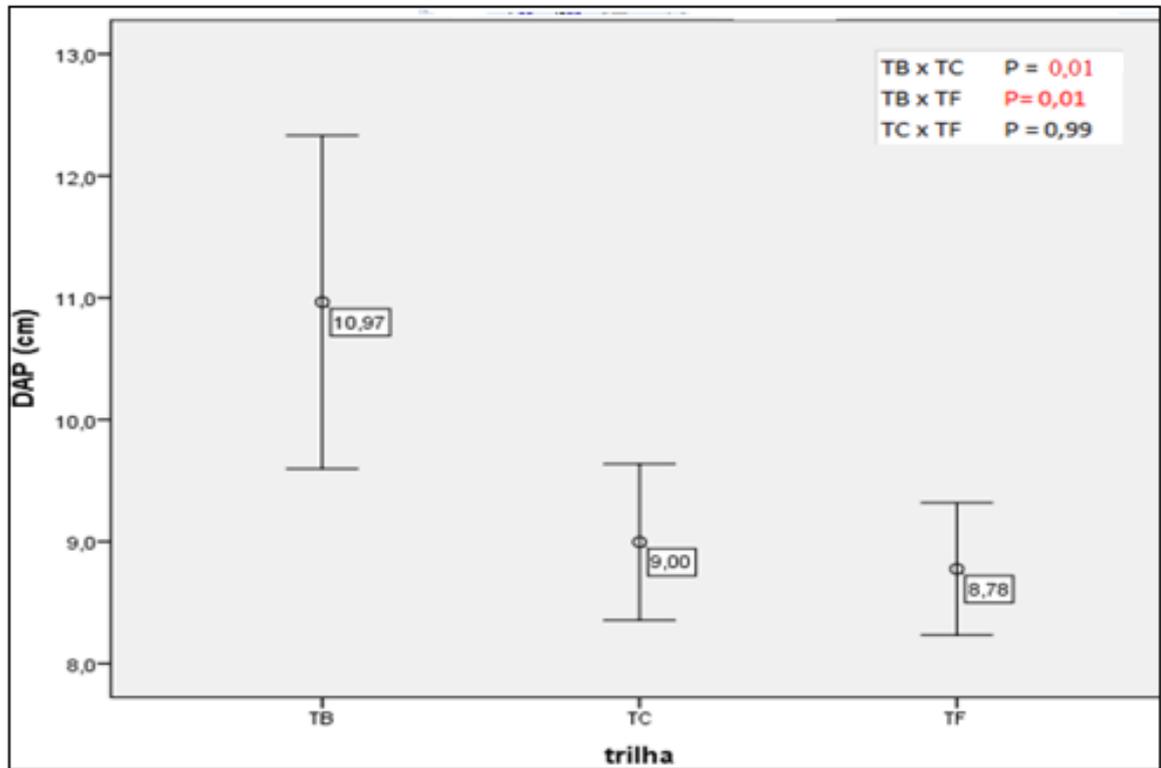


Figura 12: Comparativo do Diâmetro a altura do peito (DAP em centímetros) do levantamento da flora por trilha. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central) e TF (Trilha da Fonte).

Baseado em Brack et al (1998), percebe-se que no geral as três trilhas são compostas principalmente por árvores baixas (altura acima de 5m e até 9m) e quanto ao DAP, a maior parte dos indivíduos identificados podem ser considerados árvores e não arbustos (DAP maior que 5cm). É interessante ressaltar que os três pontos que apresentaram árvores mais altas e de maior diâmetro, compõem a parte mais baixa da Trilha da Fonte.

Compreender os eventos histórico-evolutivos responsáveis pela atual riqueza florística das diferentes fitofisionomias e regiões da Floresta Atlântica constitui um dos maiores (e estimulantes) desafios para pesquisadores dedicados ao estudo da diversidade vegetal desse bioma (ROLIM, 2016).

Considerando-se isso, uma possível explicação para as menores médias quanto a altura e DAP das árvores que compõe a Trilha Central pode se dar ao fato de essa ter servido como principal acesso pelos antigos exploradores de acácia e rochas do morro. Sestren-Bastos (2006) descrevem que o corte de vegetação e abertura de vias se dava principalmente em direção ao topo e o transporte das pedras era feito por caminhões e carroças. Por isso, é possível supor que a biota que a

compunha provavelmente fora a que sofreu por mais tempo com esses efeitos exploratórios.

Rigüete, Dornellas & Teixeira (2013), ao avaliarem o efeito de borda em fragmento florestal da Mata Atlântica tomando o diâmetro de árvores como indicador, concluíram que não há relação de previsibilidade entre o DAP e a distância até a borda. No entanto eles ressaltam que:

Apesar do fragmento ter pequenas dimensões, a malha amostral pode não ter sido suficiente para alcançar um possível núcleo e, com isso, sugere-se uma amostragem mais ampla para verificar se o fragmento possui um núcleo e influência de borda ou se todo o fragmento é considerado borda. Visto que a área já foi desmatada e passa por um processo de regeneração, apresentando espécies de início de sucessão, seria viável um estudo de monitoramento a longo prazo, verificando se com a regeneração do fragmento este padrão mudará (RIGUETE, DORNELLAS & TEIXEIRA, 2013).

Assim sendo, propõe-se um monitoramento do estrato arbóreo das trilhas, de longa duração, para se mensurar possíveis efeitos de borda.

O estado fitossanitário da maioria das árvores, em todas as trilhas, é considerado bom (Bo), estando acima de 55% (Figura 13). Contudo, quando somadas as proporções para Ruins (Ru) e árvores mortas (Am) a Trilha de Baixo é que apresenta o maior percentual.

Entre o total de 49 indivíduos mortos, apenas 11 (22,45%) foram possíveis de se identificar, sendo que, na Trilha Central, nenhum espécime foi passível de identificação. Na Trilha da Fonte foi onde se obteve a maior quantidade de espécimes mortos que foi possível identificar até espécie. Nesse caso, dos 21 indivíduos, cinco (23,81%) de *Dodonaea viscosa*, dois (9,52%) de *Acacia mearnsii* e um (4,76%) de *Erythroxylum argentinum*. Já na Trilha de Baixo, dos dez espécimes mortos, apenas três (30%) chegou-se à espécie, todos de *Acacia mearnsii*.

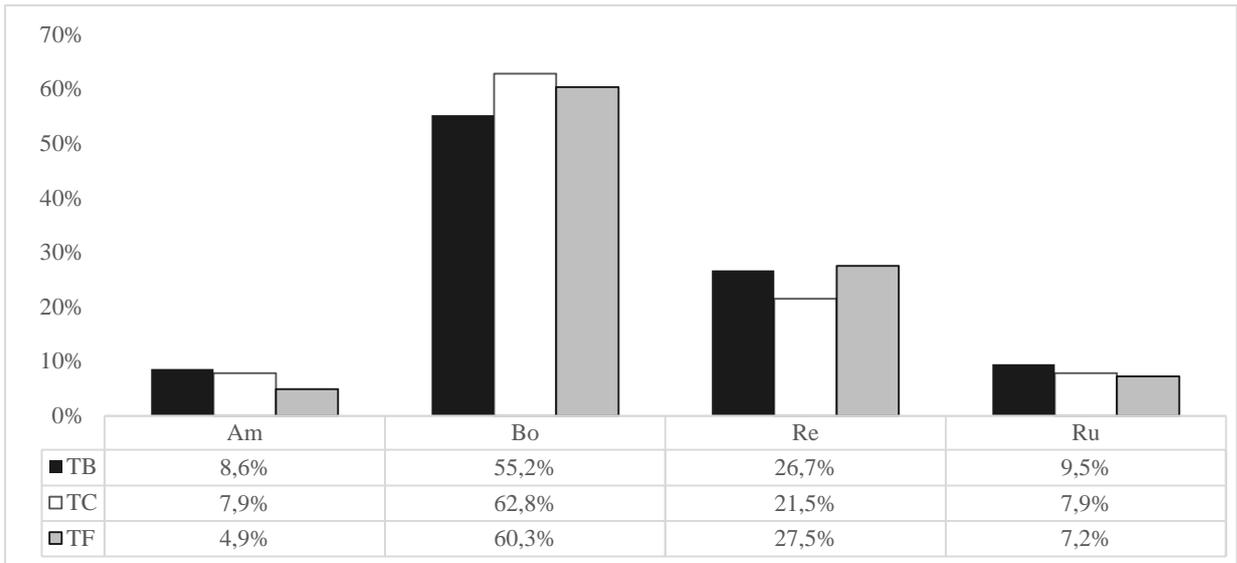


Figura 13: Distribuição da proporção do estado fitossanitário (EF) das árvores e arbustos identificados nas três trilhas. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central) e TF (Trilha da Fonte).

De Oliveira Boeni & Silveira (2011) ao divulgarem o diagnóstico da arborização urbana de Porto Alegre, fizeram a seguinte afirmação:

Apesar das intervenções feitas na arborização, os resultados do estado fitossanitário demonstraram que 72,9% dos indivíduos estão em bom estado, enquanto que em 20% e 6,8% dos exemplares a fitossanidade é regular e ruim, respectivamente, demonstrando a boa saúde da vegetação, pois poucos indivíduos encontram-se em estado degenerativo nos passeios públicos diagnosticados (DE OLIVEIRA BOENI & SILVEIRA, 2011).

Portanto, as proporções do estado fitossanitário das árvores encontradas nas trilhas do PNMO são semelhantes aos encontrados por De Oliveira Boeni & Silveira (2011) em Porto Alegre. Outra explicação possível e que se soma as demais seria que:

a radiação luminosa e temperatura, relativamente elevadas na trilha, poderiam promover maior velocidade de germinação, crescimento, reprodução e defesa contra patógenos e herbívoros. Outro aspecto comum a bordas e que pode se dar nas áreas adjacentes a trilhas refere-se à colonização de espécies de crescimento e reprodução rápida (as pioneiras), o que certamente incrementaria a densidade ali encontrada. (Eisenlohr et al., 2009).

Como ação de manejo, somando-se ao anelamento de espécies exóticas já realizados atualmente, propõe-se a remoção de epiparasitas, como a Erva de passarinho, que fora visualizada em parte dos vegetais com fitossanidade Re e Ru.

Cinco árvores da espécie exótica *Acacia mearnsii* encontravam-se mortas com o tronco ainda em pé. Esses indivíduos passaram pelo processo de anelamento realizado pelos funcionários do parque. O procedimento é indicado no plano de manejo do parque como uma das medidas para se evitar que espécies exóticas se proliferem dentro da área e acabem por prejudicar o desenvolvimento das plantas nativas. Nosso levantamento demonstra que o anelamento, quando realizado nas espécies exóticas da UC, é bem-sucedido.

Conforme Sestren-Bastos (2006), a Acácia negra é a espécie exótica mais difundida no parque, por isso deve-se concentrar esforços para removê-la da área, evitando o desaparecimento do campo pela ação do homem, que a introduziu no passado. Esta árvore ainda é plantada comercialmente no Rio Grande do Sul, onde representa significativa parcela dos reflorestamentos do Estado (HIGA et al., 2009).

Konrath & Schmitt (2021) realizaram mutirão de manejo ambiental do *Pinus elliotti* com estudantes do sétimo ano do ensino fundamental em uma área de relevante interesse ecológico (ARIE) de Novo Hamburgo. Os autores descrevem positivamente o engajamento da comunidade escolar diante das ações de identificação e remoção de indivíduos jovens dessa espécie exótica e o quanto isso ajudou a inibir a sua proliferação na área onde se essas ações de manejo. Esse exemplo pode servir de inspiração para a administração do PNMO implementar modelos de trabalhos educativos que podem trazer benefícios mútuos.

Considerando o caminho das três trilhas, apenas cinco pontos ficam sem nenhuma cobertura de dossel florestal, dos quais dois nas Trilhas de Baixo e Central, respectivamente e um na Trilha da Fonte (Figura 14). O percentual médio geral de abertura de dossel na Trilha da Fonte foi o menor, 47,58%, na Trilha Central foi 55,59% e na Trilha de Baixo 56,3%. Na Trilha da Fonte foi registrada a menor abertura de dossel de 30,88%.

Percebe-se que há uma heterogeneidade ao longo das trilhas, pois ocorreram muitas variações com diferenças relativamente grandes entre a abertura de dossel de cada ponto. Esse resultado corrobora com Silva et al. (2009), os quais também descreveram certa variação do percentual de abertura de dossel em áreas em processo de sucessão vegetal.

Observa-se uma tendência de que, com o passar dos anos, exista uma maior cobertura das trilhas pelo dossel, gerando maior sombreamento e, por consequência, aumenta a sensação de conforto térmico aos visitantes que as utilizarem. Nos pontos

que não apresentam cobertura de dossel, sugere-se o plantio de árvores nativas em suas bordas, o que irá proporcionar maior sombreamento e, logo, uma melhor sensação de conforto térmico aos visitantes.

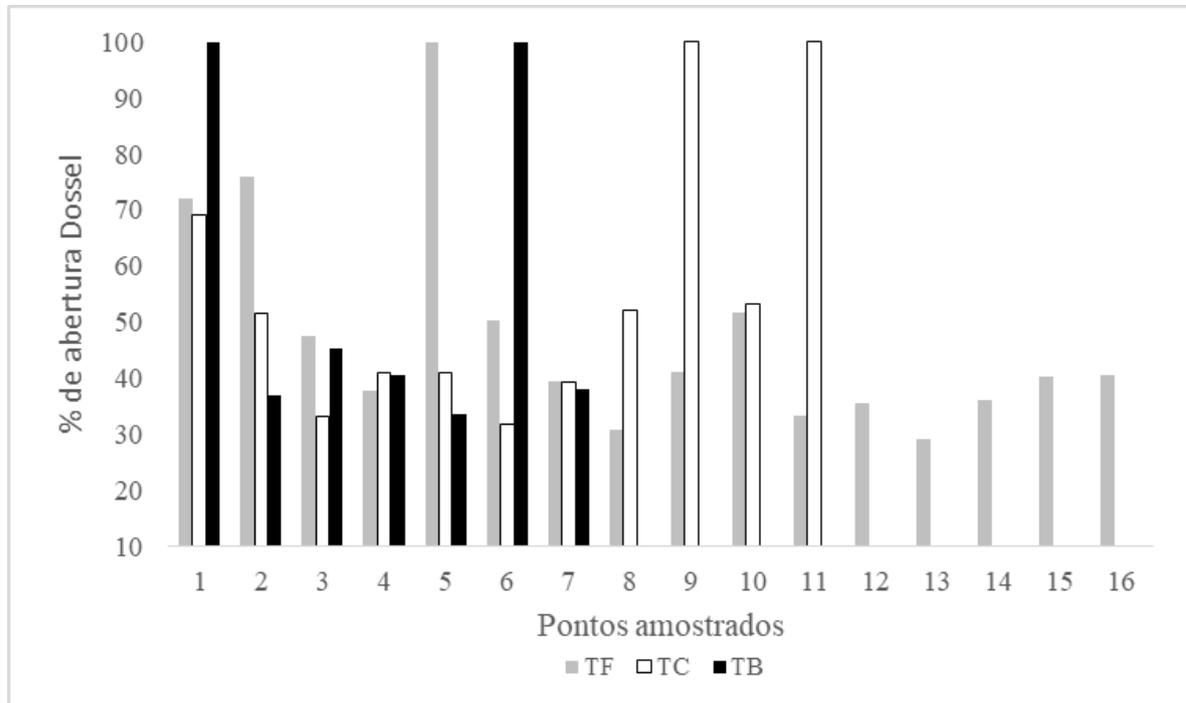


Figura 14: Comparação do percentual médio de abertura do Dossel dos pontos amostrados em cada trilha. TF (Trilha da Fonte), TC (Trilha Central), TB (Trilha de Baixo).

## 5.2 INDICADORES FÍSICOS

Comparando-se as trilhas (Figura 15), embora não haja diferença estatisticamente significativa entre as médias gerais de pressão de compactação nas diferentes localizações, percebe-se uma média mais elevada de compactação no centro da área de pisoteio da Trilha Central.

Avaliando-se as medições da borda direita, as médias foram uniformes ( $p = 0,99$ ), com maior média na Trilha da Fonte. Na borda esquerda, as médias mais altas foram percebidas na Trilha de Baixo.

Devido à alta compactação no centro da área de pisoteio, não houve medição do aparelho no ponto dez da Trilha da Fonte, no ponto nove na Trilha Central e no ponto dois da Trilha de Baixo.

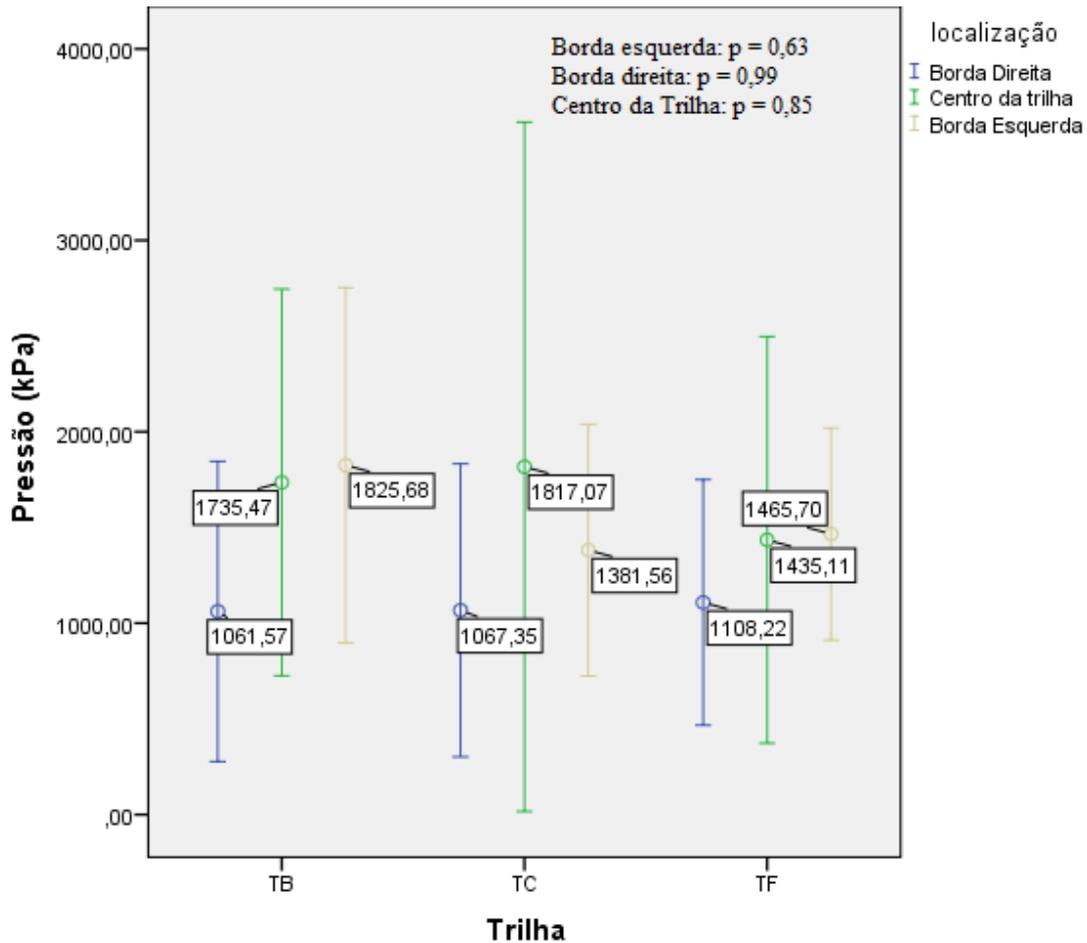


Figura 15: Comparações entre médias de Pressão (kPa) por trilha e localização. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central) e TF (Trilha da Fonte).

A tabela 7 demonstra as médias, erro padrão, limites do intervalo de confiança e valores máximo e mínimo das medidas de compactação por trilha e centro da área de pisoteio e os dois lados das bordas. Percebe-se que o centro de pisoteio da Trilha Central indica uma maior variabilidade do intervalo de confiança (erro = 648,53). O intervalo de confiança representa os valores para um parâmetro da população para o qual a diferença entre o parâmetro e a estimativa observados não é estatisticamente significativa.

**Tabela 7 - Estatísticas descritivas das comparações entre dados de Pressão (kPa) por trilha e área de pisoteio. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central) e TF (Trilha da Fonte).**

Trilha	Localização	Média kPa	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média			
				Limite inferior	Limite superior	Mínimo	Máximo
TB	Borda Direita	1061,57	365,53	277,59	1845,56	5,00	4284,00
	Centro da trilha	1735,47	363,67	725,76	2745,18	449,33	2551,75
	Borda Esquerda	1825,68	432,76	897,50	2753,87	216,00	6999,00

	Total	1485,32	250,68	975,89	1994,75	5,00	6999,00
	Borda Direita	1067,35	351,55	301,38	1833,33	5,00	3810,50
	Centro da trilha	1817,07	648,53	16,46	3617,68	334,67	3975,00
	Borda Esquerda	1381,56	295,04	724,18	2038,95	158,80	2965,50
TC	Total	1315,80	220,20	864,73	1766,87	5,00	3975,00
	Borda Direita	1108,22	302,64	466,66	1749,79	0,00	4404,50
	Centro da trilha	1435,11	476,90	372,51	2497,71	5,00	4240,67
	Borda Esquerda	1465,70	261,26	911,86	2019,54	0,00	3838,33
TF	Total	1323,17	187,71	944,87	1701,48	0,00	4404,50

Outro comparativo demonstrado é relativo à média de compactação por profundidade nas três áreas de pisoteio por ponto amostrado (Tabela 8, anexo I). No centro da área de pisoteio das Trilhas de Baixo e Central, a profundidade máxima penetrada foi menor que a da Trilha da Fonte. A borda esquerda da Trilha da Fonte foi onde o aparelho conseguiu obter leitura na maior profundidade, 37 centímetros.

Percebe-se, no entanto, que, no geral, a Trilha Central foi onde o aparelho teve a menor capacidade de penetração considerando-se a profundidade máxima de medição (40 cm), o que indica uma maior compactação da área de pisoteio dessa trilha comparado as outras duas. De acordo com Rangel (2014), existe uma tendência de que, em solos já compactados, quanto maior a profundidade maior seja a sua compactação. Isso pode ser explicado pelo fato de essa trilha ser a que recebe maior movimentação diária de visitantes, assim como, inclusive, por ser mais larga, um maior tráfego de veículos dos funcionários do parque para fazerem a manutenção geral do local.

Conforme Filizola (2012), a compactação do solo é um dos problemas mais graves que pode apresentar e, quando provocado pelo uso inadequado de máquinas, ocorre geralmente em profundidades abaixo dos 20cm. Costa (2006) descreve alguns impactos potenciais que podem estar associados a compactação do solo em trilhas ecológicas como a erosão e a extinção de habitats.

Pode-se dizer que a densidade de um solo reflete sua compactação. Esta ocorre quando é aplicada certa pressão à superfície, podendo alterar as propriedades químicas e físicas, além de sua estrutura (RANGEL, 2014). Ainda de acordo com a mesma autora, a densidade aparente é determinada nas suas condições naturais pela prova volumétrica que corresponde ao peso de solo seco em um determinado volume.

Essa propriedade pode variar de acordo com o teor de matéria orgânica, sendo que Elmholt et al. (2008) destacam que a matéria orgânica do solo, viva ou morta, exerce um papel fundamental na agregação do solo.

Vale ressaltar que diferentes variáveis podem influenciar na resistência à penetração nos solos, como percentual de argila, compostos orgânicos, minerais e tipos de uso (COSTA, 2004; RANGEL, 2014).

Sobre os valores de resistência, a penetração não se encontrou um consenso na bibliografia de qual seria o máximo aceitável que não venha a prejudicar o desenvolvimento das plantas em florestas naturais. Os motivos são variados e compreensíveis, tendo em vista que cada comunidade florestal é composta por espécies diferentes, os tipos de solo também diferem, ou seja, são muitas variáveis. Junto a isso, deve-se ao fato que os estudos de compactação do solo em bordas de fragmentos florestais, ou em trilhas, ainda são poucos e os critérios de avaliação e medição não são padronizados para esse tipo de demanda.

Conforme o manual da Falker (2007), em solos para uso da agricultura, por exemplo, em geral, todos os autores indicam que, com valores de 2000 kPa de resistência à penetração, em qualquer tipo de solo que se encontre em capacidade de campo, já existem restrições ao crescimento radicular. Diante disso, pode-se afirmar que as bordas das trilhas apresentam condições para a ocupação e desenvolvimento de novas espécies no processo de sucessão ecológica, pois apresentaram em média valores menores do que 2000 kPa.

Na tabela 9 está descrito um compilado de oito indicadores físicos utilizados para se avaliar os impactos ambientais nas trilhas, totalizando 34 pontos estudados. Raízes expostas foram visualizadas em poucos pontos, sendo que, com frequência média, somente na Trilha de Baixo e Trilha da Fonte, ou seja, não houve nenhum ponto com grande frequência desse indicador. Dentre todos os pontos observados das trilhas, o acúmulo d'água foi contabilizado apenas em um, situado na Trilha Central.

A feição erosiva foi verificada nas Trilhas Central e da Fonte, ao contrário da Trilha de Baixo, onde não teve nenhum sinal de erosão. Em nenhum dos pontos percebeu-se voçorocas (tabela 10).

A presença de micro ravinas e de ravinas no leito da trilha pode causar acidentes para o usuário, pois podem provocar quedas, principalmente quando as mesmas estão encobertas por serapilheira. O solo exposto, isto é,

sem a cobertura de serapilheira, sofre alto grau de impacto não só com o pisoteio dos usuários e o impacto direto da gota da chuva (erosão por *splash*), mas também, com a falta de incorporação de matéria orgânica ao solo, o que impede o crescimento de vegetação e interfere na dinâmica do solo (RANGEL, 2014).

As rochas expostas e presença de degraus de contenção foram avistadas apenas na Trilha da Fonte, diferindo estatisticamente das demais. Todas as trilhas apresentaram algumas áreas cobertas por serapilheira (Tabela 10), entretanto, os pontos sem cobertura de dossel não continham serapilheira.

**Tabela 9: Indicadores físicos de impactos ambientais nas trilhas. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central) e TF (Trilha da Fonte).**

Variáveis	TB n = 7	TC n = 11	TF n = 16	valor de p
<b>Raiz exposta:</b>				0,1
Não ocorre	2 (28,6%)	10 (90,9%)	10 (62,5%)	
Pouco	3 (42,9%)	1 (9,1%)	3 (18,8%)	
Médio	2 (28,6%)	0 (0%)	3 (18,8%)	
<b>Acumulo d'água:</b>				0,34
Não	7 (100%)	10 (90,9%)	16 (100%)	
Sim	0 (0%)	1 (9,1%)	0 (0%)	
<b>Feição. Erosiva:</b>				0,2
Não ocorre	7 (100%)	6 (54,5%)	13 (81,3%)	
Pouco	0 (0%)	3 (27,3%)	1 (6,3%)	
Médio	0 (0%)	2 (18,2%)	2 (12,5%)	
<b>Voçoroca:</b>				
Não	7 (100%)	11 (100%)	16 (100%)	
<b>Rocha exposta:</b>				0,03**
Não ocorre	7 (100%)	11 (100%)	11 (68,8%)	
Pouco	0 (0%)	0 (0%)	5 (31,3%)	
<b>Curso d'água:</b>				
Não	7 (100%)	11 (100%)	16 (100%)	
<b>Acumulação de Serapilheira:</b>				0,26
Não	2 (28,6%)	8 (72,7%)	8 (50%)	
Sim	4 (57,1%)	3 (27,3%)	8 (50%)	
<b>Degrau contenção de erosão:</b>				0,01**
Não	6 (87,5%)	11 (100%)	8 (50%)	
Sim	1 (12,5%)	0 (0%)	8 (50%)	

Dados da pesquisa (2022).  
Teste Exato de Fischer \*\* Significativo ao nível de 0,05.

A largura média entre bordas e área de pisoteio é significativamente maior na Trilha Central quando comparada as outras duas (Figura 16 e 17). Já a Trilha de Baixo e a da Fonte apresentam essas larguras estatisticamente iguais entre si.

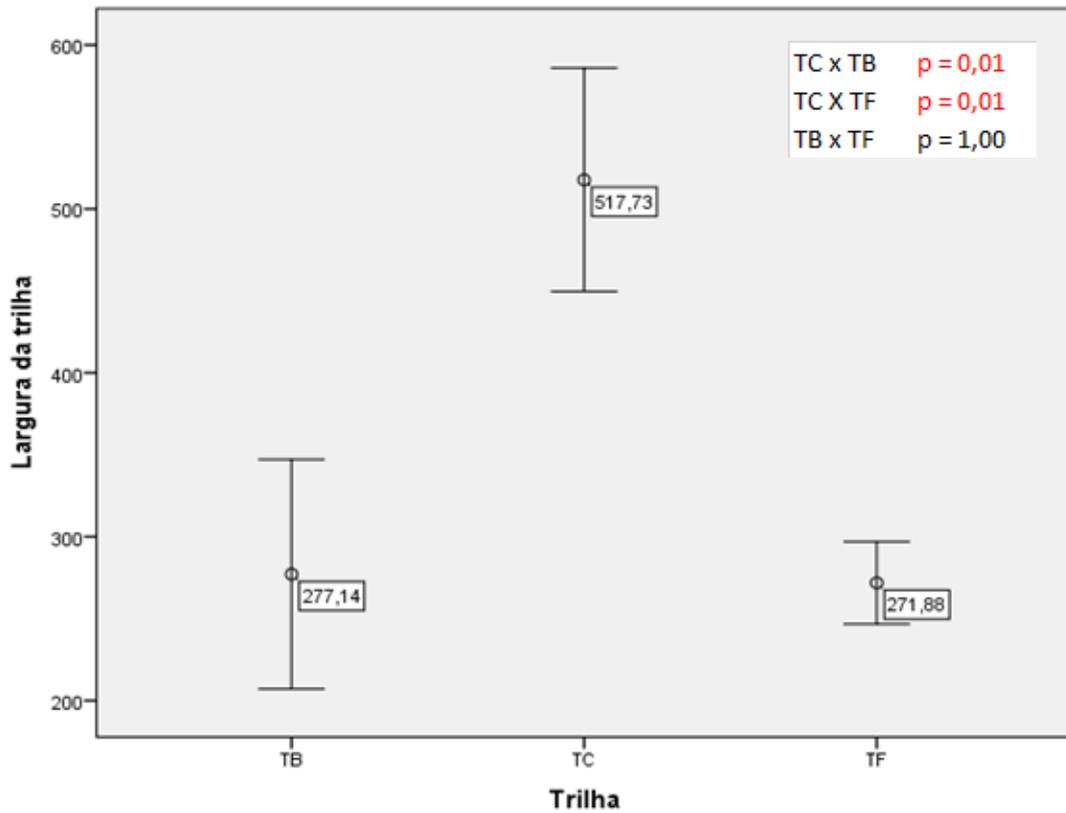


Figura 16: Comparação da largura média (cm) e desvio padrão, de uma borda à outra, entre as trilhas estudadas. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central), TF (Trilha da Fonte).

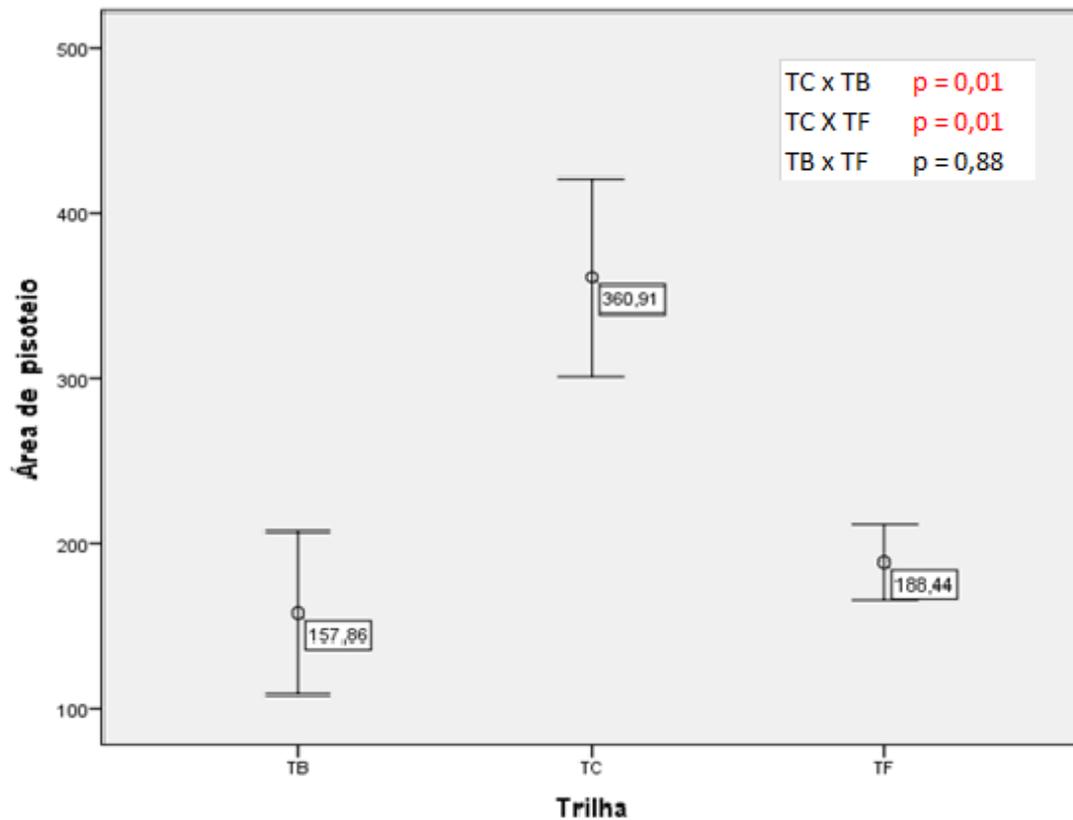


Figura 17: Comparação da largura média (cm) e desvio padrão, da área de pisoteio, entre trilhas. TB (Trilha de Baixo), TC (Trilha Central), TF (Trilha da Fonte).

Na medida que aumenta a largura da trilha e a área de pisoteio, há uma tendência de diminuir a compactação de um dos lados da trilha (direito), embora não sendo significativo estatisticamente (Tabela 10). Já na Trilha de Baixo constatou-se uma correlação forte e inversamente significativa entre a largura da borda com a compactação do lado da borda esquerda, ou seja, nos trechos mais estreitos, maior é compactação ( $p = 0,01$ ). Nas medidas de compactação dos centros das trilhas, todas as correlações foram inversas com a área de pisoteio e largura da borda, mas a correlação não foi considerada estatisticamente significativa.

**Tabela 10: Análise de correlação entre compactação das trilhas nas bordas direita, esquerda e centro da trilha com a largura das bordas e área de pisoteio das mesmas.**

	Compactação borda Direita	Compactação Borda Esquerda	Compactação -Centro
<b>Trilha da fonte:</b>			
Largura borda	$r = -0,44$ $p = 0,09$	$r = -0,20$ $p = 0,33$	$r = -0,089$ $p = 0,79$
Largura pisoteio	$r = -0,35$ $p = 0,20$	$r = -0,36$ $p = 0,16$	$r = -0,14$ $p = 0,68$
<b>Trilha Central:</b>			

Largura borda	$r = -0,28$ $p = 0,40$	$r = -0,05$ $p = 0,88$	$r = -0,82$ $p = 0,08$
Largura pisoteio	$r = 0,17$ $p = 0,61$	$r = 0,07$ $p = 0,83$	$r = -0,62$ $p = 0,27$
<b>Trilha do Bosque:</b>			
Largura borda	$r = -0,28$ $p = 0,40$	$r = 0,87$ $p = 0,01^{**}$	$r = -0,63$ $p = 0,37$
Largura pisoteio	$r = -0,26$ $p = 0,57$	$r = -0,67$ $p = 0,10$	$r = -0,40$ $p = 0,60$

A tendência observada de maior compactação na borda da trilha vai de encontro ao que fora encontrado por Rangel (2014). A presença de serapilheira ajuda a diminuir a compactação do solo, pois aumenta a quantidade de formação de matéria orgânica, o que facilita a absorção de água e torna o solo mais poroso, facilitando a aeração.

Ao longo dos percursos das trilhas foram constatados os números de pontos de deposição de sedimentos nas bordas e de trilhas secundárias (Figuras 19 e 20), sendo que os menores valores registrados foram na Trilha de Baixo, com um e três respectivamente (Figura 18). Na Trilha Central, existem 24 locais com deposição de sedimentos. Já na Trilha da Fonte, existem 17 caminhos secundários em toda sua extensão.

Esses valores são superiores dos registrados, preteritamente, por Nascimento (2018), no parque, que identificou apenas 11 pontos de acesso de caminhos não-oficiais nas trilhas estudadas, sendo nove deles na Trilha da Fonte e dois na Trilha do Eixo Central. A Trilha de Baixo não foi estudada por essa autora.

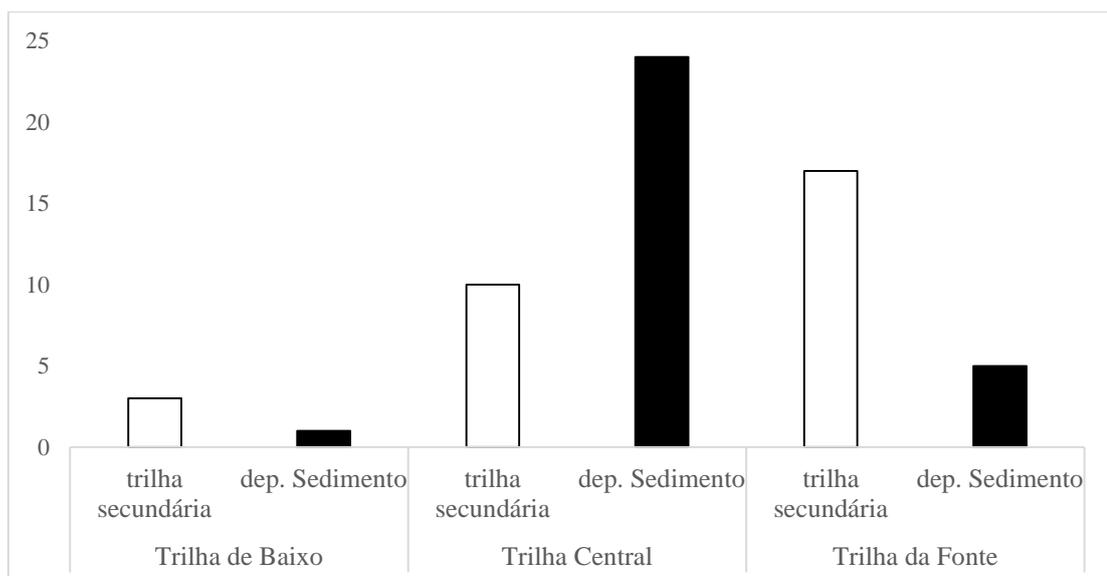


Figura 18: Número de locais com deposição de sedimentos e trilhas secundárias identificadas em toda a extensão de cada trilha principal. Extensão aproximada: Trilha Central 1100 m; Trilha da Fonte 1600 m; Trilha de Baixo 700m.



Figura 19: Acessos a trilhas secundárias. 19A: bifurcação entre a Trilha da Fonte e uma trilha não oficial indicada pela flecha vermelha; 19B: Trilha secundária, indicada pelo retângulo vermelho, observada na vegetação rasteira próximo ao cume do morro; 19C: a flecha vermelha indica o acesso a trilha secundária existente na Trilha Central; 19D: a flecha indica o percurso de uma das trilhas secundárias existente na Trilha da Fonte próximo ao ponto 10. Imagens do acervo do autor.



Figura 20: Deposição de sedimentos na borda das Trilhas. 20A: entre o quadrado vermelho observa-se acúmulo de sedimentos ocasionados provavelmente pela presença do degrau de contenção em uma área inclinada; 20B: entre o círculo vermelho a indicação de acúmulo de sedimentos observados na vegetação da borda de uma das trilhas. Imagens do acervo do autor.

Nascimento (2018) apontou as finalidades das trilhas não oficiais no parque: atalho para atrativos naturais; acesso à rocha para repouso e/ou contemplação da natureza; acesso à área (irregular) de acampamento; acesso à bairros próximos; vista para bairros próximos.

Quanto aos degraus de contenção, a sua presença em alguns trechos das trilhas do parque é utilizada pela administração local como uma técnica de contenção da erosão, principalmente nos trechos de maior inclinação e com rasa vegetação nas bordas. Segundo Rangel (2014), os degraus podem estar relacionados tanto à estrutura de manejo, quanto à erosão, pois, dependendo do seu traçado, podem condicionar o fluxo de água para determinado local, favorecendo a concentração e a linearidade do mesmo. Contudo, percebeu-se que, em alguns locais, a construção de degraus está inadequada, tendo em vista que a deposição de sedimentos nas bordas está relacionada a eles. Em locais onde ocorre um fluxo maior de sedimentos que ao encontrarem essa barreira se acumulam na borda, cobrindo a vegetação rasteira, o que gera consequências, tais como: um aumento da área de pisoteio, perda de vegetação, aumento da erosão, aumento da compactação do solo, diminuição dos solos da borda, comprometendo a fitossanidade das árvores. Para problemas desta natureza, de acordo com Rangel (2014), a instalação de canaletas de drenagem diminuiria o fluxo da água na área de pisoteio da trilha e, por consequência, poderia diminuir o acúmulo de sedimentos nas bordas.

Quanto a presença de trilhas secundárias, é importante que seja feito um manejo para evitar o surgimento de novas ou do impacto gerado na biota pela presença e mau uso das que já existem. No geral, a administração local tenta controlar o acesso dos turistas as áreas de uso restrito do parque. No entanto, como o número de Guardas-parque é pequeno e, devido à falta de uma melhor infraestrutura de cercamento da UC, muitas das ações de manejo ficam prejudicadas.

A primeira análise de PCA demonstra que o primeiro e segundo componentes principais explicaram 79,66% da variação dos dados e apontaram diferenciação de indicadores físicos e biológicos entre as três trilhas (Figura 21). O primeiro componente contribuiu com 53,50% e demonstrou maior relação principalmente com: riqueza de espécies (0,46), número de espécimes (0,45), altura (0,44), dossel (- 0,39) e DAP (0,38). O segundo componente contribuiu com 26,16% e esteve mais associado principalmente com: largura da trilha entre bordas (0,66), largura da área de pisoteio (0,65), dossel (- 0,23), altura (0,21) e DAP (0,21).

Na segunda análise de PCA, a soma dos dois componentes principais explicou 61,94% da variação dos dados (Figura 22) e apontam para diferenciação entre parâmetros físicos nas três trilhas. O primeiro componente contribuiu com 42,37% e demonstrou maior relação principalmente com: Serapilheira (0,56), dossel (- 0,50), raiz exposta (0,41) e rocha exposta (0,39). O segundo componente contribuiu com 19,57%

e demonstrou maior relação principalmente com: degraus de contenção (0,82), feição erosiva (0,39), raiz exposta (0,35) e rocha exposta (0,19).

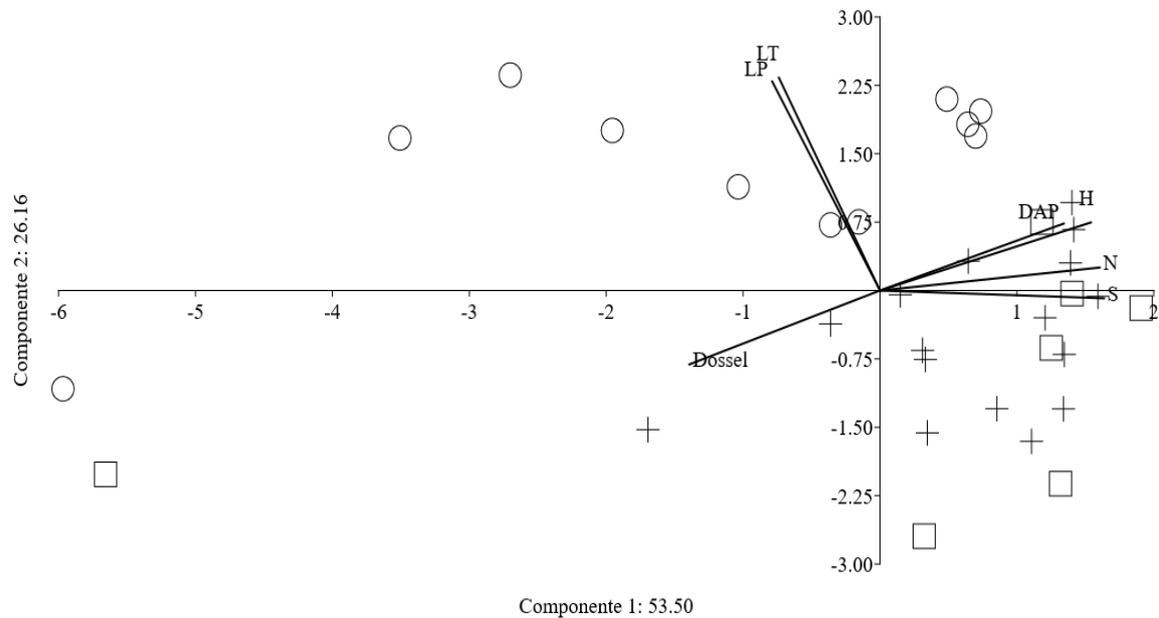


Figura 21: Análise de componentes principais (PCA): símbolo de mais referem-se aos pontos da Trilha da Fonte; círculos representam os pontos amostrados na Trilha Central; quadrados representam os pontos amostrados na Trilha de Baixo. LT: Largura da trilha entre bordas em cm; LP: Largura da área de pisoteio da trilha em cm; DAP: diâmetro à altura do peito em cm; H: altura em metros; N: número de espécimes; S: riqueza de espécies.

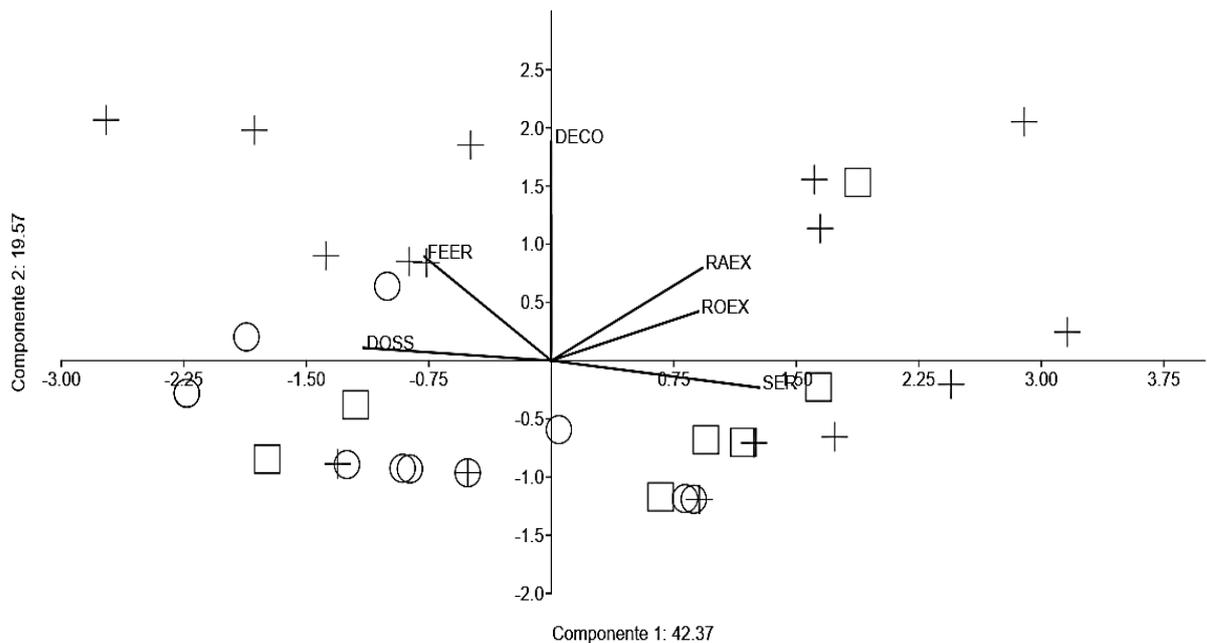


Figura 22: Análise de componentes principais (PCA): símbolo de mais referem-se aos pontos da Trilha da Fonte; círculos representam os pontos amostrados na Trilha Central; quadrados representam os

pontos amostrados na Trilha de Baixo. DOSS: dossel; FEER: feição erosiva; DECO: degrau de contenção de erosão; RAEX: raízes expostas; ROEX: rocha exposta; SER: serapilheira.

### 5.3 INDICADORES ANTRÓPICOS

Averiguou-se um compilado de indicadores sociais em todos os 34 pontos amostrados, não havendo diferença estatística significativa entre os seus valores (Tabela 11). Em nenhuma das trilhas existe lixeiras para os visitantes descartarem seus resíduos. A única trilha que não apresentou nenhum ponto com resíduos sólidos descartados indevidamente foi a Trilha da Fonte. Resíduos plásticos foram avistados em duas das trilhas e bitucas de cigarro apenas na Trilha Central. O corte de vegetação foi registrado com maior frequência em pontos da Trilha da Fonte.

A Trilha Central foi a única a apresentar pichação e sinal de queimada (Figura 23). A Trilha da Fonte e a Trilha Central apresentam uma placa informativa cada, embora existam placas em outros pontos da UC, como no platô e junto à sede da administração. Porém, em geral, independentemente da localização, as placas estão em mau estado de conservação ou depredadas e estão expostas em quantidade insuficiente (Figuras 24). O ideal é que fossem colocadas mais placas informativas ao longo das três trilhas, a cada 200 metros, contendo informações quanto a: regras de uso local, reforçando a necessidade de não se jogar resíduos no chão, conduzir os animais na coleira, não jogar bitucas de cigarro também pelo risco de incêndio; informações sobre os principais atrativos do parque, principais espécies da fauna silvestre, principais espécies vegetais e o horário de funcionamento. Também pode-se colocar junto à algumas árvores, como espécies em risco de extinção, entre outras, placas com a identificação botânica, suas características gerais e uso medicinal. Além disso, as placas em mau estado de conservação devem ser substituídas por novas.

A prática de queimada ou quaisquer outras ações, que representem a utilização direta de um Parque Natural, se opõem às proposições legais presentes na Lei nº 9.985/2000 que estabelece Unidades de Conservação voltadas para a proteção integral, como é o caso dos Parques Naturais, o dever de zelar pela preservação dos recursos naturais, sendo permitido apenas o uso indireto desse espaço (Avelar, 2023).

**Tabela 11 - Comparativo de indicadores sociais dos pontos estudados nas trilhas. TB (Trilha de Baixo); TC (Trilha Central); TF (Trilha da Fonte).**

Variáveis	TB n = 7	TC n = 11	TF n = 16	valor de p
-----------	-------------	--------------	--------------	------------

<b>Lixeira</b>				
Não	7 (100%)	11 (100%)	16 (100%)	
<b>Resíduos sólidos</b>				0,1
Não ocorre	5 (71,4%)	9 (81,8%)	16 (100%)	
Pouco	2 (28,6%)	2 (18,2%)	0 (0%)	
<b>Tipo de resíduo:</b>				0,2
Cigarro	0 (0%)	1 (9,1%)	0 (0%)	
Plástico	2 (28,6%)	1 (9,1%)	0 (0%)	
<b>Corte vegetação</b>				0,07
Não ocorre	2 (28,6%)	5 (45,5%)	1 (6,25%)	
Pouco	3 (42,9%)	3 (27,3%)	12 (75%)	
Médio	2 (28,6%)	3 (27,3%)	1 (6,25%)	
Elevado	0 (0%)	0 (0%)	2 (12,5%)	
<b>Pichação:</b>				0,34
Não	7 (100%)	10 (90,9%)	16 (100%)	
Sim	0 (0%)	1 (9,1%)	0 (0%)	
<b>Indício de Fogo:</b>				0,34
Não	7 (100%)	10 (90,9%)	16 (100%)	
Sim	0 (0%)	1 (9,1%)	0 (0%)	
<b>Placas educativas:</b>				0,56
Não	7 (100%)	10 (90,9%)	15 (93,75%)	
Sim	0 (0%)	1 (9,09%)	1 (6,25%)	



Figura 23: 23A. Rocha pichada em um dos pontos amostrados da Trilha Central; 23B. indícios de incêndio na borda no ponto dois na Trilha Central. Imagens do acervo do autor.



Figura 24: 24A. Placa de identificação da entrada para a Trilha da Fonte; 24B. placa com um mapa do PNMO localizada junto a administração; 24C. placa pichada, que descreve orientações aos turistas, localizada no platô; 24D. pôster feito à mão pelos funcionários do parque indicando o horário de fechamento e tempo estimado entre ida e volta até o topo acessando a Trilha Central; 24E. pôster junto a sede administrativa com orientações gerais aos visitantes; 24F. placa de identificação de uma das trilhas já pichada; 24G. placa localizada poucos metros antes do acesso de entrada a Trilha Central, onde é possível ver que já está com as imagens apagadas. Imagens do acervo do autor.

No próprio plano de manejo do parque existe a previsão do uso de materiais com a função de sinalizar e informar, conforme segue:

Deverá existir sinalização em forma de placas indicativas nos locais de acesso e placas menores, em material e desenho harmônicos com o ambiente, indicando o que é permitido ou proibido, distribuídas pelo trajeto, principalmente junto a locais costumeiramente usados para desviar desta para outras trilhas que eram usadas até o momento. A Zona de Uso Intensivo deverá ser demarcada, de forma a tornar claro o seu limite para o visitante (SESTREN-BASTOS, 2006)

No tocante ao comportamento e faixa etária observado dos turistas, no platô do parque, dez grupos de pessoas e duas sozinhas foram contadas, totalizando 35. A maior proporção observada foi de pessoas em duplas, a menor proporção em quarteto, e no que concerne à faixa etária, a maioria eram adultos. Visitantes realizando coletas da vegetação foram registradas, o que vai contra as regras constantes no plano de manejo. Resíduos descartados indevidamente no meio da vegetação pelos turistas foram contabilizados, fato que gera preocupação não só pela falta de empatia, mas também pelo impacto que geram. Em nenhum momento se

percebeu alguém alimentando a fauna silvestre, porém embalagens com restos de alimentos e bebidas foram avistadas, sendo preocupante, pois pode induzir os animais silvestres a se alimentarem desses produtos que não são adequados para seu consumo (Tabela 12). No geral percebe-se que o topo do Morro é o local mais procurado pelos turistas, tanto pela vista privilegiada da cidade, quanto pela aparente tranquilidade do local.

**Tabela 12 – Avaliação da faixa etária e do comportamento dos turistas no platô do parque**

<b>Variáveis</b>	<b>n (%)</b>
<b>Tipo de visitação</b>	
Sozinho	2 (16,7%)
Dupla	4 (33,%)
Trio	2 (16,7%)
Quarteto	1 (8,3%)
Cinco ou mais	3 (25%)
<b>Faixa etária</b>	
Criança	5 (14,3%)
Adolescente	5 (14,3%)
Adulto	25 (71,4%)
<b>Coleta de vegetação</b>	
Sim	1 (2,9%)
Não	34 (97,1%)
<b>Descarte de Resíduo</b>	
Sim	3 (8,6%)
Não	32 (91,4%)
<b>Alimento fauna silvestre</b>	
Não	35 (100%)

Quanto à presença de animais domésticos, percebe-se que é um hábito comum dos visitantes os trazerem (Tabela 13), porém, a maioria sem estarem presos pela guia da coleira (Figura 25), o que pode ser um problema.

**Tabela 13 - Situação do comportamento dos usuários em relação ao acompanhamento de animal doméstico.**

<b>Variáveis</b>	<b>n (%)</b>
<b>Presença de animal doméstico</b>	
Sim	4 (100%)
Não	8 (0%)
<b>Tipo de animal doméstico</b>	

Gato	0 (0%)
Cão	4 (100%)
<b>Situação de animal doméstico</b>	
Com guia	0 (0%)
Sem guia	4 (100%)
<b>Dejetos</b>	
Defecou	0 (0%)
Não defecou	4 (100%)



Figura 25 A e B: Em destaque no círculo vermelho cães que estavam acompanhados pelos seus responsáveis, mas sem suas guias das coleiras, no platô do Morro. Imagens do acervo do autor.

Tanto no espaço de livre circulação do cume, quanto em suas bordas, vários tipos de diferentes resíduos foram avistados (Figura 26), tais como: latas de bebidas, bitucas de cigarro, embalagens de preservativos, cacos de vidro, cascas de frutas, embalagens plásticas de alimentos, papel (Figura 26 A), fralda (Figura 26 B), papel higiênico usado (figura 26 C), restos de carvão de fogueira e dejetos caninos (Figura 26 D).



Figura 26: Imagens de alguns dos resíduos sólidos encontrados nas bordas topo do morro. 26A. em destaque restos de papel; 26B. Uma fralda de bebê usada; 26C. Papel higiênico usado; 26D. Dejeito canino. Imagens do acervo do autor.

É comum, nas áreas de trilha, deparar-se com ambientes degradados, com a presença de lixo, pichação, erosão, entre outros; em um ambiente natural que objetiva a conservação, a presença desse tipo de degradação prejudica a experiência do usuário (RANGEL, 2014). De fato, a forte presença de resíduos sólidos em UC gera impactos negativos ao ambiente natural o que é contraditório à proposta de criação destes locais.

Nascimento (2018) destaca que a Trilha Central, em seus estudos, comparada a Trilha da Fonte, foi a que obteve o maior número de resíduos registrados. Ela afirma que o principal problema é a ausência de orientação devido ao livre acesso dos visitantes. Essa mesma autora ainda descreve:

Sendo assim, essa disposição irregular poderia ser amenizada com a instalação de placas informando as condutas a serem seguidas durante a trilha, bem como aspectos relevantes do ambiente da UC. Além disso, salienta-se que não há lixeiras ao longo de ambas as trilhas, apenas no CV. Esta ausência remete-se a uma política do PNMO, que infere que as lixeiras poluiriam a paisagem natural e atrairiam animais silvestres de forma indesejada. Além disso, a equipe gestora acredita que a própria inexistência de lixeiras demonstra aos visitantes que a UC é um ambiente natural conservado, necessitando de um comportamento diferenciado (NASCIMENTO, 2018).

Conforme Prunzel et al. (2020), a presença de animais domésticos é um assunto bastante controverso, inclusive tendo sido tema em uma oficina junto ao conselho gestor do parque estudado, gerando um certo desconforto em parte dos seus componentes que não concordam com a presença desses animais no local. A

presença de animais domésticos nas dependências do PNMO está prevista no plano de manejo, sendo permitido somente na Trilha Central e topo do morro.

Será permitida a presença de cães e gatos, desde que estejam presos à guia e que a pessoa que o conduz tenha capacidade física de contê-lo. Será obrigatório o recolhimento das fezes destes animais, em cumprimento à legislação municipal. O uso dessa zona por ciclistas, pessoas acompanhadas por cães ou a cavalo deverá ser objeto de projetos de monitoramento. Caso seja avaliado que qualquer um desses usos está causando impacto indesejado, seja pelo uso em si ou pelo não cumprimento das regras, a Administração poderá vetar o uso ao grupo em questão, até a reavaliação do plano de manejo (SESTREN-BASTOS, 2006).

Cabe ao Conselho Gestor, junto à gestão do PNMO e demais UCs de Porto Alegre, conduzir uma campanha de informação e conscientização de seus frequentadores sobre as consequências de levar seus animais domésticos a áreas naturais protegidas (PRUNZEL et al., 2020). Os parques públicos são ambientes com ampla circulação de pessoas, adultas ou crianças, e muitas vezes acompanhados por seus animais de estimação. Conforme Eisen et al. (2019), a contaminação do solo desses ambientes por vírus entéricos e parasitas intestinais ocorre através das fezes desses animais. Isso pode significar um risco a saúde tanto dos turistas quanto aos seus animais de estimação e, ainda, fauna silvestre local.

Cães domésticos (*Canis lupus familiaris* L., Canidae) têm atuado como espécie exótica perturbando e modificando ecossistemas nativos de diferentes maneiras. Esses animais, estando em ambiente natural, retornam ao estado selvagem passando a ser chamados ferais. A presença destes cães é uma situação grave levando-se em conta a possibilidade de declínio das populações de diversos animais nativos, incluindo a redução das populações de presas para os carnívoros silvestres, e por serem uma via de entrada de muitas doenças contagiosas para os animais nativos (VILELA & LAMIM-GUEDES, 2014).

A partir desse conjunto de informações, percebe-se que a educação ambiental, aliada a um maior efetivo de guardas-parques, se faz necessária. Melhorar a qualidade das placas informativas e as suas quantidades também são ações importantes a serem consideradas. Cumprir o que já é previsto no plano de manejo do PNMO, que diz seu subprograma de interpretação e Educação ambiental: a educação ambiental deverá estar presente todo o tempo e em todos os locais do parque, por meio de sinalização e pela comunicação entre a comunidade e os agentes ambientais do parque (SESTREN-BASTOS, 2006).

Educação Ambiental em Parques ambientais traz proposituras para uma nova concepção de relação do ser humano com o ambiente no qual está inserido. Nesse sentido, o estímulo à aquisição de novas posturas ocorre de forma concreta, nas vivências e nas experiências que o ser humano constrói e/ou reconstrói com o meio. Os elementos naturais presentes nos Parques ambientais ou demais Unidades de Conservação, bem como os serviços ecossistêmicos desses espaços são fatores que precisam ser usados para sensibilização sobre a importância da preservação e conservação dos elementos naturais com moradores do entorno e visitantes desses espaços. (AVELAR, 2023).

Estimular uma maior participação da população é uma forma de melhorar a conservação do parque, propor que escolas do entorno levem seus alunos não só para conhecer as riquezas históricas e ambientais locais, mas também os ajudar a despertar o senso de pertencimento local. Isso pode ser realizado com trabalhos de limpeza em uma parte da UC e, a seguir, os estudantes divulgarem seus achados em suas casas e comunidades escolares.

A Educação Ambiental (EA) deve ser inserida permanente e interdisciplinarmente nos currículos escolares, promovendo boas práticas ambientais aos estudantes. Quando estes vivenciam práticas ambientais, podem adquirir competências e criticidade para agirem adequadamente, no plano ambiental (DOS SANTOS, GRABOWSKI & SCHMITT, 2021).

Educação Ambiental em Unidades de Conservação possibilita, na prática, a sensibilização da sociedade para a construção de uma nova realidade. Sendo a educação e a interpretação ambiental objetivos e diretrizes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (AVELAR. et al., 2023).

Os parques urbanos exercem funções indispensáveis à qualidade ambiental e social. Dentre elas, aponta-se os serviços ecossistêmicos, que mesmo invisíveis às muitas percepções, atuam diretamente na promoção da qualidade de vida da sociedade. (AVELAR, 2023). Compreender como os visitantes percebem seu comportamento em relação ao seu comportamento real pode informar o desenvolvimento e a implementação de programas educacionais projetados não apenas para minimizar os comportamentos indesejáveis do visitante (por exemplo, sair da trilha), mas também para reconciliar as discrepâncias entre as percepções do visitante sobre seus comportamentos e seus comportamentos reais e observados. (KIDD et al., 2015)

O fato é que áreas naturais como o PNMO são essenciais não só para a conservação ou preservação da vida silvestre, mas também propicia outros benefícios, como um excelente local para atividades pedagógicas e de lazer, de maior qualidade de vida ao seu entorno, serve como barreira de proteção das nascentes dos rios e interfere positivamente no microclima, entre outros.

## 6 CONCLUSÃO

Os dados expostos demonstram que as trilhas estudadas, quanto aos indicadores vegetacionais, são bastante parecidas, tendo em vista que as principais espécies de árvores dominantes ocorrem nas três. Existe a possibilidade de que, no futuro, passe a existir uma diferença da flora que compõe cada trilha, considerando-se que todas ainda são dominadas por espécies pioneiras e que, em geral, apresentam maior resistência a ambientes sob influência antrópica. O importante é que mais estudos, dentre eles analisando o efeito de borda das trilhas, sejam implementados. A única diferença estatística existente se deu quanto à altura e DAP, sendo a Trilha de Baixo a que possui as árvores mais desenvolvidas. No entanto, mesmo esses valores apresentando certa diferença, ainda assim, a maioria seria classificada como árvore baixa. Algo que pode ser implementado para análise de impactos gerados por trilhas são estudos de epífitas, pois essas plantas são excelentes indicadores de qualidade ambiental.

Os indicadores físicos demonstraram diferença entre as trilhas estudadas. A largura, tanto da área de pisoteio quanto entre bordas, é significativamente maior na Trilha Central. Esta trilha apresenta uma maior compactação do solo em sua área de pisoteio. Isso fica muito evidente ao se analisar os dados por profundidade, sendo que, na média geral foi nela o menor poder de penetração, atingindo no máximo 20cm de profundidade. Pode-se inferir que, nas maiores profundidades, o grau de compactação é mais elevado.

A Trilha da Fonte foi a que apresentou a maior quantidade de degraus de contenção de erosão. Porém, este recurso se deu em trechos mais inclinados e com a vegetação da borda menos desenvolvida, o que indica também que a administração do parque está atenta, pois essa técnica é recomendada em seu próprio plano de manejo.

Quanto a exposição de raízes ser em proporção maior na Trilha de Baixo e na Trilha da Fonte, pode estar relacionado com a altura dos espécimes que em média foram maiores. Já na Trilha Central, um trecho bastante extenso a borda esquerda é mais elevada em relação a área de pisoteio, em alguns pontos com diferença de mais de um metro de altura.

A área do parque, embora seja considerada desde meados da década de 1990 como unidade de conservação do tipo de proteção integral, é notório, diante dos

resultados expostos, que ainda sofre com intensa pressão do entorno urbano. Parte disso deve-se ao fato do baixo investimento público na sua administração, porque ainda carece de um cercamento que delimite sua área, maior efetivo de guarda-parques que, além de poucos, estão disponíveis somente durante o dia, ou seja, não se tem monitoramento à noite. Também fica evidente a pouca disponibilidade de materiais informativos e educativos aos turistas que acessam a UC, sendo que a maioria das poucas placas existentes com enfoque educativo estão depredadas ou são muito antigas e estão desgastadas, ou são pouco atrativas devido a ação do tempo. A falta de empatia e desrespeito também estão bastante presentes em alguns pontos, haja vista a considerável quantidade de diferentes tipos de resíduos sólidos descartados inadequadamente na borda do topo. Sendo que muitos desses resíduos provavelmente estivessem contaminados por agentes infectantes e que podem vir a prejudicar a fauna silvestre local. A partir desse apontamento, pode-se inferir que ao longo das trilhas, sem a presença dos Guarda-parques, esse comportamento tende a se repetir.

Recomenda-se que algumas ações de manejo sejam estabelecidas, conforme segue:

- Implementar a retirada de epiparasitas das árvores, melhorando a fitossanidade delas;
- Colocar canaletas de drenagem nas áreas de pisoteio das trilhas com maior declividade, o que diminuiria o fluxo da água e por consequência de sedimentos nas suas bordas;
- Replântio de árvores nativas nos pontos desprovidos de vegetação;
- Colocar, com frequência, serapilheira e cascas de árvores ao longo dos trechos desprovidos de dossel, a fim de aumentar os agregados orgânicos no solo, diminuindo a sua compactação e deixando menos propenso à formação de processos erosivos;
- Aumentar a quantidade de lixeiras disponíveis ao longo das trilhas, para diminuir a quantidade de resíduos sólidos descartados indevidamente;
- Substituir as placas danificadas ou já fortemente desgastadas devido a ação do tempo;
- Aumentar a quantidade de placas educativas ao longo das trilhas ou, pelo menos, nos trechos de maior fluxo de visitantes;

- Disponibilizar saquinhos para o recolhimento dos dejetos dos animais de estimação dos visitantes;
- Reforçar, por meio de materiais informativos, a necessidade de se manter os animais de estimação dos visitantes sempre presos a coleiras guias;

O PNMO tem potencial para ser utilizado como um meio para se desenvolver e aprimorar trabalhos efetivos de educação ambiental e é importante que a própria administração da UC seja propositiva nesse contexto, criando ações junto à comunidade escolar do entorno e estimulando que, tanto os alunos quanto os docentes, façam uso do local e desenvolvam trabalhos mais constantes. Pode-se aproveitar todo seu potencial para ensinar a importância das matas ciliares, ciclo reprodutivo de plantas, processos ecológicos, respeito aos elementos naturais, como a floresta afeta o microclima da região, erosão do solo, tipos de rochas, dentre outros.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-CORREA, Thais et al. Effect of environmental parameters on squamate reptiles in an urban forest fragment in central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 50, p. 239-245, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201904423>.
- ALVES, C. J. S.; LARANJA, D. H. R.; RAIMUNDO, S. Lazer e Turismo e a prática do manejo e monitoramento da visitação pública como estratégia de gestão dos recursos no Parque Estadual da Cantareira (SP). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 762-778. 2014. Disponível em [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5610722/mod\\_resource/content/2/Cesar\\_Alves\\_manejo%20e%20monitoramento\\_Parque%20Estadual%20da%20Cantareira.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5610722/mod_resource/content/2/Cesar_Alves_manejo%20e%20monitoramento_Parque%20Estadual%20da%20Cantareira.pdf). Acesso em agosto de 2021.
- ARSHAD, Muhammad A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 88, n. 2, p. 153-160, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00252-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00252-3).
- ATLAS ambiental de Porto Alegre. 3 ed. rev./ coordenado por Rualdo Menegat, Maria Luiza Porto, Clovis Carlos Carraro e Luís Alberto Dávila Fernandes. – Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2006. 256p.
- BRACK, Paulo et al. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 51, n. 2, p. 139-166, 1998. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wp-content/uploads/2017/07/%C3%81rvores-e-arb.-na-veg.-nat.-POA-Iheringia-n.51-v.II-139-166-1998-nomes-atualizados.pdf>. Acesso em: 05 de out. de 2022.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL. Lei Federal número 9985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm). Acesso em dez. 2022.
- BRASIL, M. d. (12 de janeiro de 2023). *MMA - Ministério do Meio Ambiente*. Fonte: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade>
- BRASIL, N. U. (2023). *17 objetivos de desenvolvimento sustentável*. Fonte: Nações Unidas Brasil: <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>
- BRASIL Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022 <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/704-atualizacao-da-lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao.html> Acesso em 29 dezembro de 2022.
- BRASIL. Sistema Nacional de Informações Florestais. 2021. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/dados-complementares/225-sistema-nacional-de-unidades-de-conservacao-tabelas-e-graficos>. Acesso em: jun. 2021.

CHRISTIANINI, Alexander V.; OLIVEIRA, Paulo S. Edge effects decrease ant-derived benefits to seedlings in a neotropical savanna. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 7, p. 191-199, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11829-012-9229-9>.

CLARKE, KR, GORLEY, RN 2002. **Primer 5.2.9**. Manual do usuário/tutorial, PRIMER-E91 Plymouth, Reino Unido.

CLASSIFICAÇÃO climática de Köppen para os municípios brasileiros: Porto Alegre rs. In: **Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 23 fev. 2023.

CNCFlora. *Colubrina glandulosa* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Colubrina glandulosa](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Colubrina_glandulosa)>. Acesso em 29 dez. de 2022.

CORRÊA, K. M.; ABESSA, D. M. S. Estudo dos indicadores de impacto da visitação na Trilha dos Surfistas, Parque Estadual Xixová-Japuí (SP). **Nature and Conservation**, Aquidabã, v. 6, n. 2, p. 45-58. 2013. Disponível em <https://sustenere.co/index.php/nature/article/view/ESS2318-2881.2013.002.0005/504>. Acesso em: junho de 2021.

COSTA, V. C. da; MELLO, F. A. P. **Manejo e monitoramento de trilhas interpretativas: contribuição metodológica para a percepção do espaço ecoturístico em unidades de conservação**. *Simpósio Nacional sobre Geologia. Percepção e Cognição do Meio Ambiente*, Londrina, 21 p. 2005

COSTA, V. C. da. **Proposta de Manejo e planejamento Ambiental de trilhas Ecoturísticas**: Um estudo do Maciço da Pedra Branca – Município do Rio de Janeiro (RJ)/ Vivian Castilho da Costa. Rio de Janeiro, 2006 xxxiii, 325.:il Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 2006.

DA SILVA, Rafaela Dias Valeck; CORDEIRO, Inês; ARZOLLA, Frederico Alexandre Rocchia Dal Pozzo. Florestas secundárias do Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, SP, Brasil: Variações florísticas e estruturais1. **Hoehnea**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-108/2020> acesso em: 09 de fev. 2023.

DE AVELAR, Marcilene Calandrine; PONTES, Altem Nascimento; DE PAULA, Manoel Tavares. Educação Ambiental para conservação dos elementos naturais do Parque Natural Municipal de Castanhal (PA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 1, p. 299-317, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14032> Acesso em: 03 de fev. 2023.

DE OLIVEIRA BOENI, Bruna; SILVEIRA, Denise. Diagnóstico da arborização urbana em bairros do município de Porto Alegre, RS, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 189-206, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v6i3.66482> Acesso em: 13 de fev. 2023.

DEPERON, M., L., SILVA. A educação ambiental na escola como prática social e política. In: HAMMES., V., S. **Construção da proposta pedagógica**. Brasília, DF. Embrapa. 2012. p 125-129.

DIAS, Sidclay Calaça. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 373-379, 2004. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2010/Biologia/artigos/diversidade.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Biologia/artigos/diversidade.pdf) Acesso em: 12 de fev. 2023.

DONÁZAR, José Antonio; CEBALLOS, Olga; CORTÉS-AVIZANDA, Ainara. Tourism in protected areas: Disentangling road and traffic effects on intra-guild scavenging processes. **Science of the total environment**, v. 630, p. 600-608, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.186>. Acesso em: 15 de dez. de 2022.

DOS SANTOS, Vanessa Schweitzer; GRABOWSKI, Gabriel; SCHMITT, Jairo Lizandro. Análise da Realização de Educação Ambiental em uma Rede Pública de Ensino: Contribuições de um Modelo Permanente e Coletivo. **História Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha**, v. 11, n. 2, p. 432-468, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2021v11i2.p432-468>. Acesso em: 27 de fev. de 2023.

EISEN, Ana Karolina Antunes et al. Soil contamination of a public park by human and canine mastadenovirus, as well as hookworms and *Toxocara* spp eggs. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 61, 2019. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S1678-9946201961060>. Acesso em: 28 de fev. de 2023.

EISENLOHR, Pedro Vasconcellos; MELO, Maria Margarida da Rocha Fiuza de; SILVA, Adriano Valentin da. Trilhas afetam comunidades arbóreas florestais?: Dois levantamentos na Floresta Atlântica do sudeste brasileiro. **Hoehnea**, v. 36, p. 293-302, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062009000200007> Acesso em: 30 jan. de 2023.

ELMHOLT, S. et al. Soil management effects on aggregate stability and biological binding. **Geoderma**, v. 144, n. 3-4, p. 455-467, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.12.016>.

FALKER, A. A. **Nota de Aplicação – PLG1020 - N.1 Exemplos de utilização do penetroLOG**. [s.l: s.n.].

FARIA, José Luiz Guisard; MONTEIRO, Evoni Antunes; FISCH, Simey Thury Vieira. Arborização de vias públicas do município de Jacareí–SP. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, v. 2, n. 4, p. 20-33, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v2i4.66335>.

FILIZOLA, H. F., Compactação e erosão do solo. In: HAMMES, V. S., Julgar: percepção do impacto ambiental. Brasília. DF: Embrapa, 2012. Capítulo 8, p 75-76.

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LERTZMAN, K.P. **Gap Light Analyzer (GLA):** Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from truecolour fisheye photographs, user's manual and program documentation. New York: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, 1999, 36 p.

FUHR, Guilherme; GERHARDT, Cleyton Henrique; KUBO, Rumi Regina. Entre Aldeia Kaingang ou Parque Natural: o processo de configuração de um conflito socioambiental na disputa pelo Morro do Osso, Porto Alegre, RS. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 26, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v26i0.25457>.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 2010. **Atlas dos remanescentes fl orestais da Mata Atlântica – Período 2017-2018**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em:<<http://www.sosmatatlantica.org.br>>

GLUFKE, C. Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. **Publicações Avulsas FZB (8)**, 1999.

GOTELLI, Nicholas J.; COLWELL, Robert K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology letters**, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x> Acesso em: 12 de fev. 2023.

HASENACK, Heinrich et al. Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: geologia, solos, drenagem, vegetação/ocupação e paisagem. **Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente**, 2008.

HIGA, Rosana Clara Victoria et al. Acácia negra. 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/631216/1/CPAFAP2009Acacianegra.pdf> Acesso em: 13 de fev. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-asileiros.html>> acesso em 28 de abr. 2021.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/>>. Acesso em 20 de dez. 2022.

KIDD, Abigail M. et al. The effect of minimum impact education on visitor spatial behavior in parks and protected areas: An experimental investigation using GPS-based tracking. **Journal of environmental management**, v. 162, p. 53-62, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.07.007> Acesso em: 30 de jan. 2023.

KONRATH, Júlio; SCHMITT, Jairo Lizandro. INVESTIGAÇÃO ECOPEDAGÓGICA E SUSTENTABILIDADE DA PAISAGEM NA ARIE HENRIQUE LUIZ ROESSLER

(PARCÃO-NH). **Revista Conhecimento Online**, v. 1, p. 119-142, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25112/rco.v1.2842>. Acesso em: 27 de fev. de 2023.

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

MAGURRAN, Anne E. Medindo a diversidade biológica. **Curitiba: Editora da UFPR**, v. 261, 2011.

MEHTA CR, PATEL NR. A network algorithm for the exact treatment of the 2xk contingency table. *Communications in Statistics*, 1980.

MELO, Adriano Sanches. O que ganhamos' confundindo'riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 21-27, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300001> Acesso em: 12 de fev. 2023.

MENDONÇA, Joalice de Oliveira; CERVI, Armando Carlos; GUIMARÃES, Olavo Araújo. O gênero *Erythroxyllum* P. Browne (Erythroxylaceae) do estado do Paraná, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 41, p. 349-358, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-89131998000300013> Acesso em: 11 de fev. 2023.

NASCIMENTO, C.A. **Subsídios para o Programa de Monitoramento e Gestão do uso público do Parque Natural Morro do Osso**, Porto Alegre, RS, 2018, 69f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Sorocaba, 2018.

PASCOTTO, Márcia C. *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez. (Myrsinaceae) como uma importante fonte alimentar para as aves em uma mata de galeria no interior do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 735-741, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300026>. Acesso em: 08 de fev. 2023.

PASSOLD, A. J. **Análise da Visitação e seus Impactos nas Trilhas e Atrativos da Sede do Parque Estadual Intervalles – Produto 2: Relatório Final**. São Paulo, Instituto Ekos Brasil, 69 p. 2008.

PIN, José Renato de Oliveira; ROCHA, Marcelo Borges. As trilhas ecológicas para o ensino de ciências na educação básica: olhares da perspectiva docente. **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782020250062>.

PORTO ALEGRE. Lei Complementar nº 334, de 27 de dezembro de 1994. Altera limites de Unidades Territoriais Funcionais cria Área Funcional de Parque Natural, na forma da Lei Complementar nº 43, de 21 de julho de 1979, e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Porto Alegre, 1994.

PORTO ALEGRE. Lei nº 8.155, de 12 de maio de 1998. Denomina Parque Natural Morro do Osso a Área Funcional de Parque Natural criada pela Lei Complementar nº 334, de 27 de dezembro de 1994. Diário Oficial do Município, Porto Alegre, 1998.

PORTO ALEGRE, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Secretaria Municipal do Meio Ambiente e da Sustentabilidade. 2023. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/smamus/parque-natural-morro-do-osso> acesso em 02 de fevereiro. 2023.

PRUNZEL, Thani da Silva; MARCUZZO, Suzane Bevilacqua; DEZORZI, Rafael Vidor. OS CAMINHOS DA PARTICIPAÇÃO NO PARQUE MUNICIPAL MORRO DO OSSO, SUL DO BRASIL. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20180106r3vu2020L1AO>

RANGEL, L. A., **O Impacto da Utilização de Trilhas na Área de Proteção Ambiental de Cairuçu - Paraty – Rio de Janeiro** / Luana de Almeida Rangel. – Rio de Janeiro: PPGG UFRJ, 2014. 184f.: il. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 2014.

RANGEL, Luana de Almeida; GUERRA, Antonio José Teixeira. Degradação de trilhas na Reserva Ecológica da Juatinga em Paraty-Rio de Janeiro. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, p. 752-766, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1434>.

REITZ, Raulino; KLEIN, Roberto M; REIS, Ademir. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. 1. ed. Herbário Barbosa Rodrigues - HBR: [s. n.], 1988. 525 p.

RIGUETE, Júlia R.; DORNELLAS, E. E. J.; TEIXEIRA, N. B. Avaliação do efeito de borda em fragmento florestal tomando o diâmetro de árvores como indicador. **Natureza Online**, v. 11, n. 4, p. 193-195, 2013. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/> Acesso em: 13 de fev. 2023.

RIO GRANDE DO SUL, DECRETO Nº 52.109, DE 1º DE DEZEMBRO DE 2014. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2052.109.pdf>. Acesso em 01 de jun. de 2022.

ROCKETT, Gabriela Camboim et al. Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: vulnerabilidade natural à perda de solo no Morro do Osso, Porto Alegre/RS. **Geografia**, v. 39, n. 3, p. 465-481, 2014. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/10260>.

ROLIM, Samir Gonçalves et al. São as florestas do norte do Espírito Santo e sul da Bahia as mais ricas em espécies arbóreas no domínio da Floresta Atlântica. **Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale. Rupestre, Belo Horizonte**, p. 91-100, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Samir-Rolim/publication/309204645\\_Sao\\_as\\_Florestas\\_do\\_Norte\\_do\\_Espirito\\_Santo\\_e\\_S](https://www.researchgate.net/profile/Samir-Rolim/publication/309204645_Sao_as_Florestas_do_Norte_do_Espirito_Santo_e_S)

ul\_da\_Bahia\_as\_mais\_ricas\_em\_Especies\_Arboreas\_no\_Dominio\_da\_Floresta\_Atlantica/links/58053bab08aee314f68e227e/Sao-as-Florestas-do-Norte-do-Espirito-Santo-e-Sul-da-Bahia-as-mais-ricas-em-Especies-Arboreas-no-Dominio-da-Floresta-Atlantica.pdf Acesso em: 01 de fev. 2023.

SANTOS, Robson et al. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de mata de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapeva, Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v. 36, p. 1047-1060, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000600006> acesso em 08 de fev. de 2023.

SCHAIK, C.V., RIJKSEN, H.D., Projetos Integrados de Conservação e Desenvolvimento: Problemas e Potenciais. In: TERBORGH, J., SCHAIK, C.V., DAVENPORT, L., RAO, M., Tornando os Parques Eficientes Estratégias para a conservação da natureza nos trópicos. Curitiba: Ed. da UFPR / Fundação o Boticário, 2002. Parte I., p 37-51.

SESTREN-BASTOS, M. C. (Coord.) Plano de Manejo Participativo do Parque Natural Morro do Osso. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2006. 149 p.

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.71, n. 2, p. 421-430, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000300011>

SILVA, CELSON ROBERTO CANTO; PERES, LUANA DANIELA DA SILVA. USO DE INDICADORES SOCIAIS NO MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA VISITAÇÃO EM TRILHAS DO PARQUE NATURAL MORRO DO OSSO, PORTO ALEGRE, RS. **Anais do Uso Público em Unidades de Conservação**, v. 8, n. 12, p. 51-65, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47977/2318-2148.2020.v8n12p.51> Acesso em: 15 de dez. 2022.

SILVA, Jairo Rodrigues et al. Comparação de métodos indiretos para medição de abertura do dossel no cerrado, utilizando observações obtidas nos trabalhos de campo e fotos hemisféricas digitais. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, INPE**, p. 3059-3064, 2009.

SILVA, Luiz Gustavo Rabaioli da; DILLENBURG, Lúcia Rebello. Water relations of tree species growing on a rock outcrop in the " Parque Estadual de Itapuã", RS. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, p. 703-711, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000400015> Acesso em: 11 de fev. 2023.

SILVA, Vinícius Leão da; SCHMITT, Jairo Lizandro. The effects of fragmentation on Araucaria forest: analysis of the fern and lycophyte communities at sites subject to different edge conditions. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, p. 223-230, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb3760>.

SIQUEIRA, Leandro de Castro. Política ambiental para quem?. **Ambiente & Sociedade**, v. 11, p. 425-437, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2008000200014> Acesso em: 12 de fev. 2023.

SOBRAL. M., JARENKOW. J.A., BRACK. P., IRGANG. B., LAROCCA. J., RODRIGUES. R. S., Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil, São Carlos: RiMa: Novo Ambiente, 2006, 350p.

SOBRAL-OLIVEIRA, I. S.; CUNHA, C; GOMES, L. J.; SANTOS, J. Planejamento e trilhas para o uso público no Parque Nacional Serra de Itabaiana, SE. **Revista Turismo Visão e Ação**, v. 11, n. 2, p. 242-262. 2009. Disponível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/rtva/article/view/624/975>. Acesso em: junho de 2021.

SPADETO, Micheli Sossai et al. Assessing the genetic diversity of *Myrsine umbellata* (Primulaceae) in Brazilian Atlantic Forest remnants-an important step towards reforestation efforts. **Rodriguésia**, v. 72, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202172008>. Acesso em: 08 de fev. de 2023.

TAKAHASHI, L; MILANO, M. S.; TORMENA, C. A. Indicadores de impacto para monitorar o uso público no Parque Estadual Pico do Morumbi, Paraná. R. **Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 159-167. 2005. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n1/24245.pdf>. Acesso em: jun/2021.

TEIXEIRA, P. R.; AHLERT, S. O uso de geotecnologias na análise dos impactos ambientais no Salto Ventoso (Farroupilha/RS). **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 5, n. 3, p. 309-324. 2011. Disponível em <https://rbtur.org.br/rbtur/article/view/454/476>. Acesso em: junho de 2021.

TOCKNER K, SCHIEMER F, BAUMGARTNER C, KUM G, WEIGAND E, ZWE IMULLER I, WARD JV (1999) O projeto de restauração do Danúbio: padrões de diversidade de espécies através de gradientes de conectividade no sistema de planície alimentar. *Regul Rivers Res Manag* 15:245–258. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646).

TROIAN, Letícia Casarotto et al. Florística e padrões estruturais de um fragmento florestal urbano, região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 66, n. 1, p. 5-16, 2011. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/58>.

UNESCO, <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/biodiversity-brazil> ACESSO EM 12 DE JANEIRO DE 2023.

VENZKE, Tiago Schuch; FERRER, Rogério Soares; COSTA, Maria Antonieta Décio da. Florística e análise de similaridade de espécies arbóreas da Mata da Praia do Totó, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 22, p. 655-668, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198050987548> acesso em: 09 de fev. 2023.

VILELA, Ana Luiza Oliveira; LAMIM-GUEDES, Valdir. Cães domésticos em unidades de conservação: impactos e controle. **Holos Environment**, v. 14, n. 2, p. 198-210, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/holos.v14i2.8192>, Acesso em: 15 de fev. de 2023.



## APÊNDICE I

### I – Identificação do local de levantamento

Trilha: \_\_\_\_\_ n° do ponto: \_\_\_\_\_

N° do levantamento: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Autor: \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

### II – Descrição meio físico

Raízes expostas: não ocorre (); Pouca (); média (); elevada ()

Feições erosivas: não ocorre (); Pouca (); média (); elevada ()

Exposição de rochas: não ocorre (); Pouca (); média (); elevada ()

Presença de curso d'água: sim (); não ()

Acumulação de serapilheira: sim (); não ()

Degraus para contenção de erosão: sim (); não ()

Largura da trilha (em cm) \_\_\_\_\_ Limite da área de pisoteio (cm) \_\_\_\_\_

### III – Dados influência antrópica

Acesso para trilha secundária: sim (); não () Lixeiras para descarte: sim (); não ()

Resíduos sólidos: não ocorre (); Pouca (); média (); elevada ()

Tipo de resíduo sólido: plástico (); Papel/papelão (); vidro (); metal (); orgânico ()  
outro \_\_\_\_\_

Corte da vegetação: não ocorre (); Pouca (); média (); elevada ()

Pichação: não ocorre (); na vegetação (); monumento (); placa (); rocha ();  
outros \_\_\_\_\_

Indícios de fogo: não ocorre (); Fogueira no chão (); na vegetação ();  
Outros \_\_\_\_\_

Presença de placas educativas ou para orientação: sim (); não ()

## APÊNDICE II

Verificação do comportamento espacial dos turistas ou visitantes na trilha central.

1 - Em grupos: isoladas (); dupla (); trio (); quarteto (); cinco ou mais ();

2 – Quanto a faixa etária: Crianças (); adolescentes (); adultos ();

3 - Animais doméstico: não (); sim ();

3.1 - Caso resposta anterior seja sim:

3.1.1 - Tipo: Cão (); gato (); cavalo (); Outro\_\_\_\_\_

3.1.2 - Presos por guias, coleiras ou similares: sim (); não ()

3.1.3 - O animal em algum momento defecou? Sim (); não ()

3.1.4 - O dono recolheu os dejetos do animal? Sim (); não ()

4 – Houve algum tipo de coleta da vegetação? Sim (); não ()

5 – Resíduo deixado no local? Sim (); não ()

6 – Alimento a algum animal silvestre? Sim (); não ()