

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM TRILHAS TURÍSTICAS NA SERRA DO MAR COM FOCO NA MITIGAÇÃO DE RISCOS

Mariana Hortelani Carneseca ¹; Luís Fernando de Castro Campanha ²; Marcelo Fischer Gramani ³

Resumo – No Brasil, registros de desastres geológicos em áreas serranas remontam ao século XIX. Estes eventos têm recorrência, costumemente associados à pluviosidade. A Serra do Mar se encontra na região mais populosa do país, sendo historicamente transposta por trilhas e pequenas estradas, unindo o litoral ao planalto. Sendo a maior área preservada da Mata Atlântica, muitos são os atrativos e os riscos associados aos fatores geológicos e climáticos. Paranapiacaba é uma vila histórica, criada na época da construção da ferrovia Santos-Jundiaí. Por décadas foi intenso o uso de trilhas e caminhos para percorrer a região e transportar carvão. Estas trilhas ainda são utilizadas, com foco no ecoturismo, porém, com o tempo e aceleração de processos físicos, muitas foram degradadas, gerando riscos aos usuários e ao ambiente. Após acidentes a Trilha da Pedra Lisa, localizada no PESH, Núcleo Itutinga-Pilões, foi fechada à visitação, em 2003. A partir de 2008, um convênio entre FF e IPT foi instituído, para recuperar as áreas degradadas, as características do ambiente e garantir segurança ao uso público em atrativos turísticos dentro do parque. Um plano de recuperação foi elaborado, com base em diagnósticos arqueológico e ambiental, setorizações e identificação de fatores de degradação. Um processo de restauração ecológica de 6 km trilhas e contenção de processos de movimentos de massa foi realizado, com implantação de estruturas, sinalizações, bancos e capacitação dos guias. Processos eficazes de recuperação requerem avaliações criteriosas das características locais, garantindo segurança aos visitantes e permitindo acesso de mais pessoas aos ambientes naturais protegidos.

Abstract – In Brazil, records of geological disasters in mountainous areas date back to the 19th century. These events recur, usually associated with rainfall. Serra do Mar is located in the most populous region of the country, being historically crossed by trails and small roads, joining the coast to the plateau. Being the largest preserved area of the Atlantic Forest, there are many attractions and risks associated with geological and climatic factors. Paranapiacaba is a historic village, created at the time of the construction of the Santos-Jundiaí railway. For decades, trails and paths were heavily used to travel through the region and transport coal. These trails are still used, with a focus on ecotourism, however, over time and the acceleration of physical processes, many have been degraded, creating risks for users and the environment. After accidents, the Pedra Lisa Trail, located in PESH, Núcleo Itutinga-Pilões, was closed to visitors in 2003. From 2008 onwards, an agreement between FF and IPT was established, to recover the degraded areas, the characteristics of the environment and ensure safety for public use of tourist attractions within the park. A recovery plan was drawn up, based on archaeological and environmental diagnoses, sectorization and identification of degradation factors. An ecological restoration process of 6 km trails and containment of mass movement processes was carried out, with the implementation of structures, signage, benches and training of guides. Effective recovery processes require careful assessments of local characteristics, ensuring safety for visitors and allowing more people access to protected natural environments.

Palavras-Chave – intervenção estrutural; segurança; riscos geológicos; Paranapiacaba.

¹ Bióloga, MSc, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, marihc@ipt.br.

² Ecólogo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, lfcampanha@ipt.br.

³ Geólogo, MSc, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, mgramani@ipt.br.

1. INTRODUÇÃO

Registros de 1805 já relatavam as perigosas ocorrências de fenômenos naturais em ambientes com topografias acidentadas (INFANTI JR.; FORNASARI FILHO, 1998) onde, normalmente, há caminhos e trilhas para áreas turísticas e de interesse educacional. Eventos trágicos em regiões serranas no Brasil têm recorrência, costumeiramente associados à intensa pluviosidade, como foram os desastres em Caraguatatuba (1967), Ilhota e Gaspar (SC) em 2008, Petrópolis e Teresópolis (2011), Bertioga e São Sebastião (2023) e Porto Alegre e vales dos rios Taquari, Jacuí e Caí (RS) em 2024. Porém, os riscos geológicos em áreas turísticas ganharam especial repercussão nos anos de 2021 e 2022, nacional e internacionalmente, devido aos graves e surpreendentes acidentes que ocorreram em algumas áreas. Os acidentes ocorridos na Gruta Duas Bocas em Altinópolis (SP, em 2021) e a queda de paredão de rocha no lago de Capitólio (MG, em 2022) ganharam repercussão devido ao número de vítimas e, de certa forma, pela surpreendente ocorrência e danos associados. O compartilhamento de imagens e vídeos dos processos, quase em tempo real, mostrou o impacto, a velocidade e a dimensão que estes fenômenos naturais podem apresentar.

A identificação e análise de diferentes cenários em um ambiente natural é a primeira etapa de um processo de gestão dos riscos ambientais. Essas ações permitem um preparo maior para atuar em determinados problemas e a possibilidade de executar ações para tentar antecipar os acidentes, visto que garantir a segurança do turista deve ser o foco.

Acidentes relacionados às atividades dos praticantes de caminhadas em trilhas (*trekking*) são muito comuns. São acidentes que envolvem a desatenção, imprudência e cansaço, gerando tropeços, escorregões, arranhões, quedas, torções; bem como a falta de manutenção de estruturas ou seu mal planejamento, causando deslocamentos ou quebra das mesmas, acelerando o desgaste ou apodrecimento dos materiais. Há também os acidentes de ordem natural, como cabeças d'água, enxurradas, escorregamentos, quedas de rochas e erosões.

Sendo assim, cabe ao Poder Público o controle e a gestão de trilhas em Unidades de Conservação, a partir da identificação e análise de todas as possibilidades de acidentes e por meio destes diagnósticos, propor ações mitigadoras. Vale ressaltar que as trilhas situadas em Unidades de Conservação submetem-se às normas definidas no Plano de Manejo das mesmas e às diretrizes dos respectivos órgãos gestores.

O IPT atua no desenvolvimento científico e tecnológico há mais de 100 anos, tendo como uma de suas premissas a busca por qualidade de vida da sociedade. Neste contexto procura identificar e propor medidas para a prevenção de acidentes associados aos eventos climáticos, mais recorrentes em determinadas localidades e épocas do ano. A grande maioria dos trabalhos realizados tem como objetivo o mapeamento de áreas urbanas em assentamentos precários e muito vulneráveis ao impacto de eventos adversos. Outros estudos, voltados para garantir a segurança da infraestrutura do Estado de São Paulo, tais como rodovias, ferrovias e dutovias, que cruzam regiões serranas, permitiram acumular rica experiência no tema, sendo possível aplicar e adaptar metodologias na avaliação de impactos em trilhas e caminhos de regiões serranas.

Desde que os traçados das trilhas sejam executados dentro de moldes técnicos adequados e aceitáveis, sendo identificados os perigos e ameaças locais e haja possibilidade de estabelecer procedimentos que garantam a segurança de todos, não se verificam impedimentos ou restrições ao acesso e uso público em ambientes naturais, semelhantes aos encontrados no domínio geológico e geomorfológico da Serra do Mar.

Neste contexto de garantir a segurança do uso público para a prática de ecoturismo em ambiente natural, este artigo apresenta as atividades e os principais resultados da elaboração e execução do Plano de Recuperação de três trilhas localizadas na Serra do Mar, em Paranapiacaba – SP.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A Vila de Paranapiacaba, pertencente ao município de Santo André - SP, é um pequeno vilarejo rodeado pela Mata Atlântica que preserva grande acervo histórico-cultural, arquitetônico, industrial, tecnológico e ambiental, e seu patrimônio é tombado pelo CONDEPHAAT, desde 1987; pelo IPHAN, desde 2002; e pelo COMDEPHAAPASA, desde 2003. A Vila está na lista da UNESCO para ser reconhecida como Patrimônio da Humanidade, o que faz de Paranapiacaba um importante destino turístico, principalmente nas atividades de ecoturismo e histórico-culturais.

Em 2003, após o registro de alguns acidentes nas trilhas na região de Paranapiacaba, incluindo vítimas fatais, foi interdita a Trilha da Pedra Lisa, ou Trilha do Zigue-Zague, que fica no Núcleo Itutinga Pilões do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). Por este motivo, a partir de 2009 a Fundação Florestal, gestora do PESH, e o IPT iniciaram o diálogo para elaborar um projeto objetivando investigar e propor medidas de estabilização dos processos de movimento de massa, a recuperação das áreas degradadas e da cobertura vegetal, execução de medidas estruturais não convencionais para adequação dos trajetos, garantindo maior segurança no percurso, visando sua reabertura para visitação pública.

Em 2018, com financiamento do Fundo Estadual de Defesa dos Interesses Difusos (FID) da Secretaria de Justiça e Cidadania do Estado de São Paulo e com recursos advindos do Ministério Público – Promotoria de Justiça de Santos, um amplo e complexo estudo teve início, incluindo o levantamento e identificação de registros arqueológicos, por se tratar de uma região de ocupação antiga e grande importância econômica no desenvolvimento do Estado de São Paulo. Foi realizado o diagnóstico dos aspectos físicos, biológicos e fatores de degradação mais significativos, que poderiam ser responsáveis pelo agravamento dos riscos ao uso turístico e danos ambientais. A partir dos resultados obtidos foi possível traçar um plano de intervenção que atendesse às necessidades do local, sem alterar as características do percurso, e mantendo o acesso aos seus elementos históricos, culturais e ambientais tão importantes.

O Plano de Recuperação do complexo de trilhas em Paranapiacaba, que engloba três trilhas – do Mirante, da Cachoeira Escondida e da Pedra Lisa (Quadro 1 e Figura 1) – teve envolvimento e participação da população local e de representantes da Prefeitura e do Estado, por meio de oficinas consultivas, questionários e de cursos de capacitação para os guias e monitores ambientais.

		MIRANTE	CACHOEIRA ESCONDIDA	PEDRA LISA
Atividade		Caminhada - trekking e contemplação	Caminhada - trekking e contemplação	Caminhada - trekking
Extensão		1.200 m	2.650 m	3.000 m
Amplitude		30 m	206 m	320 m
Níveis de dificuldade	Severidade do meio	Nível 3 Severo	Nível 3 Severo	Nível 3 Severo
	Orientação no percurso	Nível 1 Caminhos e cruzamentos bem definidos	Nível 2 Caminho ou sinalização que indica continuidade	Nível 2 Caminho ou sinalização que indica continuidade
	Condições do terreno	Nível 2 Percurso por caminhos sem obstáculos	Nível 3 Percurso por trilhas escalonadas ou terrenos irregulares	Nível 3 Percurso por trilhas escalonadas ou terrenos irregulares
	Intensidade de esforço físico	Nível 1 Pouco esforço	Nível 2 Esforço moderado	Nível 3 Esforço intenso
Condições específicas		Exige acompanhamento de monitor	Exige acompanhamento de monitor Trechos encharcados em época de chuva	Exige acompanhamento de monitor Trechos encharcados em época de chuva e com obstáculos ou degraus, de tamanho, altura e inclinação diferentes.
Atrativos	Histórico - cultural	Pavimento	Pavimento	Pátio: antiga área de produção e acampamento
		Ruína de Ponte	Forno de encosta	Fornos
		Ruínas: habitação, base da antena da TV Tupi	Pontes / pinguelas	Zigue-zague
	Natural	Pedra do Índio	Travessia de cursos d'água	Pedra Lisa
		Mirante - topo da "Grotta Funda"	Floresta exuberante Cachoeira Escondida	Piscina natural

Quadro 1. Principais características físicas e de atrativos das trilhas do Mirante, Cachoeira Escondida e Pedra Lisa.

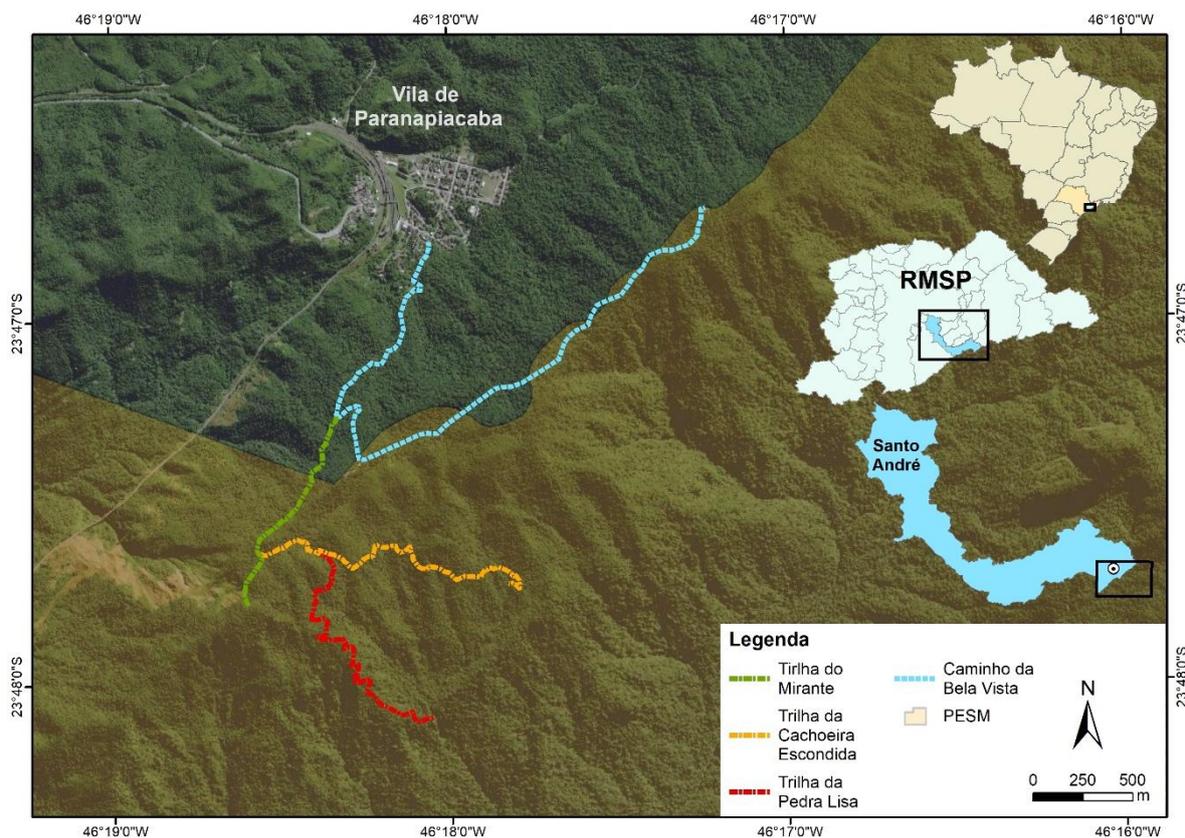


Figura 1. Localização da área de estudo no Estado de São Paulo, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e no município de Santo André, considerando o limite do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM).

3. ATIVIDADES REALIZADAS

O projeto de recuperação deste complexo de trilhas foi desenhado para atender principalmente aos aspectos de segurança e de degradação de trechos ao longo dos diferentes percursos. O trabalho teve início com as ações de investigações arqueológicas em toda a áreas de abrangência do estudo e das segmentações das trilhas em setores, seguindo para as atividades que buscavam executar as intervenções estruturais e o estabelecimento de indicadores de monitoramento. Durante as diferentes etapas foram realizados cursos de capacitação e oficinas participativas.

O estudo arqueológico visou identificar vestígios históricos que comprovassem antigos usos da região, com destaque para o reconhecimento do trajeto original da Trilha da Pedra Lisa e suas ramificações. Foram analisadas as técnicas de construção utilizadas na pavimentação da trilha, além da relação entre o traçado e os diferentes compartimentos topográficos da Serra do Mar.

Em síntese, o estudo arqueológico percorreu os quatro trechos de trilhas e encontrou 46 variantes, geralmente a partir do traçado principal da trilha, mas também existem variantes a partir do traçado investigado de outras variantes, ou seja, indicam um complexo sistema de trilhas (caminhos e acessos). Foram identificados 17 muros de arrimo e contenção, seis pontes, sete pontilhões, 32 locais com cortes e retificações no terreno, dois locais com remanescentes de alicerce de unidade de habitação, e, por fim, oito locais apresentando vestígios de estruturas de fornos (ZANETTINI, 2019).

Considerando que um dos objetivos principais do projeto é a reabertura para visitação pública de uma trilha histórica que compreenderia a travessia da Serra do Mar interligando a Vila de Paranapiacaba ao Vale do rio Quilombo (município de Santos), a premissa para definição do traçado a ser recuperado deveria seguir inicialmente as evidências encontradas pelo estudo

arqueológico. Portanto, os trechos que apresentaram escassez de vestígios históricos não foram alvo deste projeto. Sendo assim, a área estudada compreendeu os trajetos do Trecho 1, que corresponde à trilha até Mirante, e do Trecho 2, que inclui a trilha até a Pedra Lisa e a variante que levam até a Cachoeira Escondida (ver Figura 01).

Com o intuito de ratificar ou alterar o percurso da trilha a ser recuperada, os traçados foram analisados com base nas características geológico-geotécnicas do terreno no seu entorno, drenagem superficial e das características da vegetação existente no local. Para esta atividade, os trechos foram subdivididos em setores, totalizando 111 setores.

A delimitação dos setores, com a definição dos pontos de início-fim, pode ser de acordo com: (1) mudança significativa de declividade; (2) alterações no entorno imediato do traçado, sendo elas: variação da vegetação predominante; características do meio físico (geomorfologia e pedologia); rupturas de talude; movimentos de massa; (3) pontos principais, como bifurcação, cruzamento de drenagens, atrativos naturais e culturais e, (4) quando houvesse mudança significativa na direção do traçado - o ponto subsequente não fosse visível.

O Trecho 1 (com 38 setores) refere-se ao trajeto de trilha mais utilizado atualmente, com término no Mirante e na antiga torre da TV Tupi. O Trecho 2 (com 73 setores), inicialmente era composto apenas pelo trajeto com término na Pedra Lisa. Contudo, como evidenciado pelo estudo arqueológico, este trecho possui variantes com grande potencial para o turismo ecológico e histórico-cultural. Assim, devido naturezas e condições distintas, o Trecho 2 é composto por dois trajetos, sendo: Cachoeira Escondida e Pedra Lisa.

Objetivando a mitigação do impacto pelo uso, a conservação e recuperação do ambiente, a segurança e proteção dos usuários, além de proporcionar a consciência dos usuários acerca da importância histórica da trilha em sua utilização original, viu-se a importância de estabelecer critérios para a definição da área a ser recuperada. Portanto, na etapa do diagnóstico das trilhas foram identificados e mapeados os processos erosivos decorrentes da ação hídrica e processos de movimento de massa (escorregamentos, quedas de rochas e corridas de massa) que podem atingir ou já atingiram a trilha. Também foram avaliadas as condições de drenagem superficial do entorno da trilha e da vegetação.

Para o levantamento do meio físico foram considerados os seguintes aspectos:

- Caracterização dos setores com identificação da presença de taludes de corte, taludes naturais ou de depósitos de encosta (tálus); definição de suas alturas máximas; identificação dos materiais predominantes em sua cobertura; análise da presença de blocos de rocha, matacões ou paredes rochosas; identificação de evidências de movimentação como a presença de rupturas pretéritas; caracterização das rupturas identificadas quanto às suas dimensões e localização;
- Análise do comportamento do escoamento das águas superficiais e sistemas de drenagem existentes, contemplando aspectos físicos dos setores analisados como encharcamento, material predominante na cobertura do passeio, declividades, direção de escoamento, pontos de concentração de fluxos e situações onde seria necessário o desvio da drenagem superficial;
- Análise das características físicas do passeio e obtenção da seção tipo dos setores para subsídio na indicação de possíveis intervenções a serem adotadas, como: inversão de caimentos para o eixo do passeio, elevação de piso, criação de bolsão de escoamento e sangrias, deslocamento e tipo de passagem do passeio;
- Avaliação das possibilidades de intervenções factíveis no trecho como a implantação de anteparos e quais materiais poderiam ser adotados. Verificou-se a possibilidade de aplicação de diversas técnicas para o anteparo, inclusive cerca viva, com aplicação da técnica de bioengenharia de solos. Todos os fatores do meio físico foram considerados para a adoção da técnica que melhor se enquadre ao setor;
- Caracterização e dimensionamento dos processos erosivos longitudinais e transversais identificadas ao longo do traçado do passeio no setor;

- Identificação e análise da ocorrência de possível deflagração de processos naturais relativos a movimentos de massa típicos na dinâmica de regiões serranas como: rastejos, movimentação de corpos de tálus, escorregamentos planares rasos e enxurradas com alta capacidade de transporte de sedimentos. Estes são processos recorrentes na época de período chuvoso (dezembro a março, na região sudeste) e podem impactar diretamente o passeio e obras, sendo necessário a correta identificação de seu processo deflagrador e indutor, visando melhores soluções para as intervenções na trilha e em seu entorno; e
- Caracterização e dimensionamento das rupturas identificadas com o uso de trena a laser e registro fotográfico para a devida coleta dos dados de dimensionamento das seções.

Vale ressaltar que a Serra do Mar, nos seus mais distintos trechos, apresenta um cenário propício para ocorrência de movimentos de massa. As condições de relevo, morfologia das encostas e das drenagens, as formas e dimensões das bacias hidrográficas, e os aspectos geológicos e pluviométricos que incidem ou são inerentes as suas escarpas íngremes favorecem a deflagração destes processos. Essa mobilização de massas de solo e/ou rocha variam muito em forma, volume, tipo de material, raio de alcance e dimensões.

Dentro dos estudos foi desenvolvido uma atividade direcionada à análise, qualitativa, da potencialidade de geração de corridas de massa, enxurradas bruscas e enchentes com alta carga de sedimentos nas bacias hidrográficas (“bacias de contribuição”) na área de influência das trilhas da Cachoeira Escondida e da Pedra Lisa.

O diagnóstico dos aspectos do meio biótico teve como um de seus principais objetivos avaliar a condição de regeneração da vegetação na área e a composição de fitofisionomias. Esta definição é importante para identificar as áreas passíveis de manejo (corte raso ou poda) para adequar o passeio e ações de recuperação e estabilização de encostas, além de indicar onde é necessário proceder com a restauração florestal, com plantio, enriquecimento ou regeneração passiva, e controle de fatores de degradação (bambu, gramíneas, espécies invasoras etc.), com a erradicação de espécies e condições que impeçam o desenvolvimento da mata.

As características da vegetação local, sua identificação e mapeamento na trilha e entorno são importantes para definir o estado de conservação da vegetação e propor medidas de recuperação. Assim, foram também aferidos os indivíduos com potencial interesse educativo; turístico ou paisagístico; por seu porte, por representar uma espécie importante ou ameaçada. De modo semelhante, as árvores com algum risco de queda e eventual estímulo para dano ao talude, por pivotamento das raízes, por exemplo, foram identificadas e marcadas em GPS para monitoramento ou sugestão de corte raso. Pontos de degradação e os fatores de degradação que impeçam ou atrapalhem a regeneração da vegetação foram identificadas, de modo a dimensionar seu impacto e sugerir medidas de controle e recuperação.

A Figura 2 apresenta, como exemplo, o mapeamento dos aspectos observados na etapa de diagnóstico do meio físico e biótico em trecho da trilha do Mirante.

4. RESULTADOS

O conjunto de trilhas do PESM em Paranapiacaba possui peculiaridades quanto à sua localização, por estar inserida no contexto da Serra do Mar. A localização, declividade, tipos de solo, formato e dimensões das microbacias, clima, movimentações de massa, vegetação, uso proposto e fauna influenciam a necessidade de intervenções, de forma que a trilha possua condições adequadas aos usuários e que não degrade o sistema ecológico em que se encontra.

Os resultados permitiram que diversas intervenções fossem planejadas e executadas no conjunto de trilhas do Núcleo Itutinga-Pilões do PESM. Estas intervenções priorizaram o conceito de bioengenharia de solos, reforçando o uso de materiais naturais e alterações mínimas na estrutura, utilizando basicamente solo e madeira, e eventualmente o emprego de argamassa em situações específicas, bem como a promoção da regeneração natural da vegetação local.

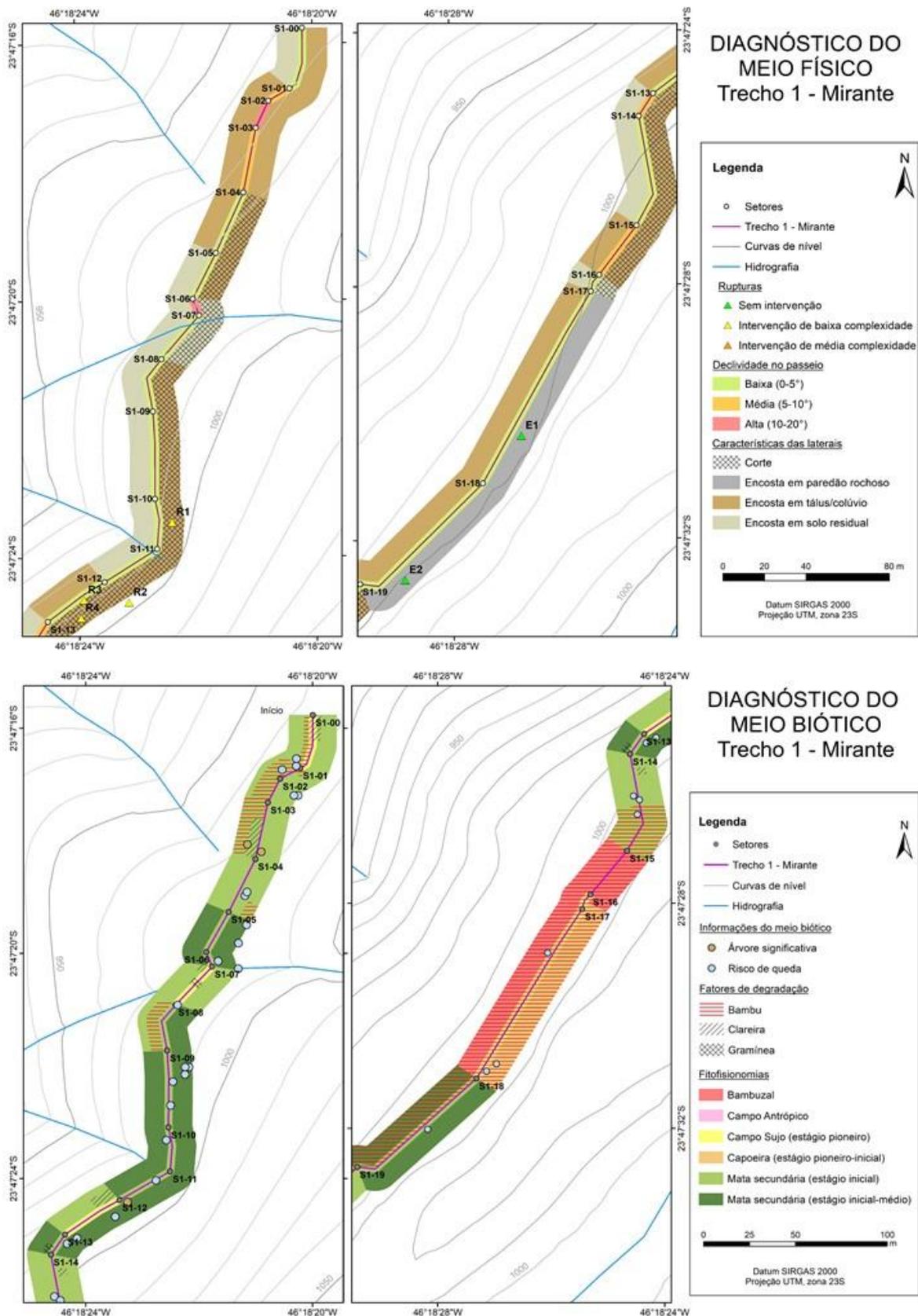


Figura 2. Mapeamento dos aspectos observados no diagnóstico ambiental de um trecho da trilha do Mirante, em Paranapiacaba – SP.

Em 2024 foram entregues, aproximadamente, seis quilômetros de caminho recuperado e trilhas estruturadas com bancos e placas de sinalização, que serão administradas pelos gestores dos parques e pelos guias e monitores ambientais que conduzem a visitação pública. As

estruturas instaladas podem ser agrupadas de acordo com a principal função que exerce, como: Mobilidade: limpeza da vegetação; regularização do piso; degrau de madeira; guarda-corpo e corrimão de madeira (Figura 3); escada vertical; Travessia e transposição de corpos d'água: estivas e passarelas; ponte e pinguela (Figura 4); Contenção: barragens sucessivas de contenção de sedimentos (Figura 5); estabilização com contenção de madeira (Figura 6); Drenagem: barreira transversal; valeta; e Mirante: deck (Figura 7).



Figura 3. Trecho com ruptura do talude e instalação de degrau, guarda-corpo e corrimão.



Figura 4. Travessia de curso d'água. Antes e depois da instalação da ponte.



Figura 5. Barragens sucessivas de contenção de sedimentos e passarela (estiva).

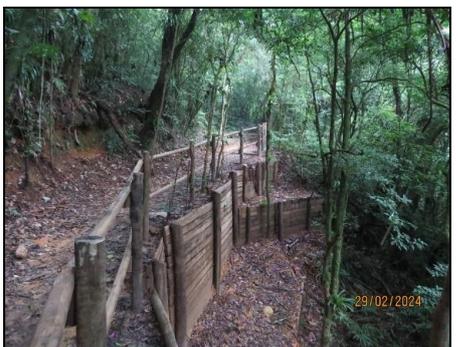


Figura 6. Estabilização de talude com contenção de madeira.

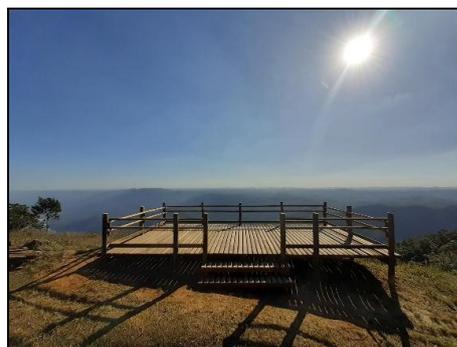


Figura 7. Área do mirante da Grota Funda. Antes e depois da instalação do deck.

Assim como outros caminhos, as trilhas precisam de sinalização adequada para orientar e informar os usuários. Quando bem planejada, a sinalização vai além de indicar direções, contribuindo também para a educação ambiental, a segurança dos visitantes e a proteção dos recursos naturais. No caso dessas trilhas, como são monitoradas por guias e monitores, o plano de sinalização priorizou a orientação e segurança, sem necessidade de incluir todo o conteúdo interpretativo nas placas. Ainda assim, a sinalização direcional é essencial, inclusive para casos de acesso irregular à área. Além das placas, o projeto previu a instalação de bancos, considerando os pontos de parada existentes, o grau de dificuldade e a distância dos percursos. Ao todo, foram instaladas 66 placas e 39 bancos ao longo das trilhas.

Com foco no monitoramento dos processos naturais após as intervenções e na avaliação da eficácia das estruturas implantadas, foi promovido um curso de capacitação para monitores e gestores dos parques, acompanhado da divulgação do *Manual de Recuperação de Trilhas: mitigação de riscos e segurança* (CARNESECA, GRAMANI; CAMPANHA, 2025). O manual reúne informações essenciais para orientar ações de prevenção de riscos em trilhas serranas, com destaque para a observação contínua de processos geológicos, hidrológicos e meteorológicos, como escorregamentos, enxurradas, chuvas intensas, cabeça d'água, neblinas e queda de árvores. Além disso, propõe diretrizes para qualificar os profissionais envolvidos na gestão das trilhas, manter um cadastro dos problemas detectados e registrar as intervenções estruturais, permitindo o acompanhamento da dinâmica ambiental e a adaptação das medidas adotadas.

5. CONCLUSÃO

A partir da metodologia adotada para caracterizar o complexo de trilhas e dos resultados obtidos, foi possível elaborar um plano de intervenção e monitoramento que atendesse às necessidades dos percursos, sem comprometer suas características naturais, culturais e históricas. A avaliação dos traçados teve como foco a mitigação dos impactos decorrentes do uso, a conservação e recuperação ambiental, e a segurança dos usuários. Foi essencial manter o acesso aos elementos de valor ambiental e cultural, respeitando o relevo e a dinâmica da paisagem. O bom planejamento permitiu desenvolver ações específicas para cada trecho, conforme suas particularidades.

As características do relevo e os atrativos turísticos influenciam diretamente o formato, dificuldade e uso das trilhas, que podem incluir segmentos íngremes, travessias de rios, variantes e atalhos. Uma trilha mal estruturada pode limitar o perfil do público ou impor riscos evitáveis. Por isso, é fundamental conhecer previamente o terreno, a composição do solo, o regime hídrico e a vegetação, o que possibilita um diagnóstico eficiente. A estruturação adequada permite ampliar o acesso com segurança, sem necessariamente facilitar a trilha, mas proporcionando condições mais seguras de uso. Em regiões serranas, as trilhas naturalmente apresentam desafios físicos e estão sujeitas a variações climáticas como chuvas, neblina e ventos, exigindo soluções técnicas como contenções de erosão, drenagens, degraus e corrimões em trechos críticos.

Mesmo com bom planejamento, os processos naturais - como escorregamentos e erosões - exigem constante monitoramento e manutenção. Por isso, o plano incluiu ações voltadas à observação e à resposta às dinâmicas ambientais, buscando sempre manter a funcionalidade e segurança dos percursos. A estruturação foi pautada em avaliações locais detalhadas, voltadas à interrupção e reversão de processos de degradação, como erosões laminares, ravinas e instabilidade de encostas. A compreensão do ambiente e dos fatores de risco é essencial para garantir trilhas sustentáveis e seguras. Estudos prévios caracterizaram aspectos como declividades, tipo de solo, áreas de solos expostos, vegetação, surgências d'água, estabilidade de taludes e travessias de cursos d'água.

Ao final do trabalho, foram entregues ao Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Itutinga Pilões cerca de seis quilômetros de trilhas recuperadas, com sinalização e infraestrutura como bancos instalados. A gestão e manutenção desses trechos ficarão a cargo dos gestores da unidade de conservação e dos guias e monitores ambientais que acompanham a visitação pública.

Entre as principais limitações técnicas identificadas no processo de estruturação e recuperação destas trilhas, destaca-se a limitação temporal do monitoramento, que restringe a avaliação da durabilidade das intervenções frente aos processos naturais contínuos em regiões serranas como erosão, escorregamentos e enxurradas. Para um contexto geral, a ausência de dados históricos consolidados sobre o uso das trilhas e eventos climáticos severos limita a compreensão da evolução ambiental da área. Soma-se a isso a escassez de recursos financeiros e humanos para garantir a manutenção das trilhas, além da necessidade constante de capacitação dos monitores e gestores responsáveis. Outra limitação importante está relacionada à complexidade e variabilidade dos fatores ambientais, como relevo acidentado, ausência de dados geológicos e geotécnicos, presença de nascentes, e instabilidade de encostas, que exigem soluções técnicas específicas e adaptáveis.

Diante desses desafios, recomenda-se para estudos futuros o estabelecimento e consolidação do plano de monitoramento de médio e longo prazo, com indicadores padronizados voltados ao acompanhamento de processos físicos (como estabilidade do solo e drenagem), ecológicos e de uso público. Também é recomendável a realização de estudos comparativos entre trilhas serranas com diferentes níveis de intervenção, permitindo a identificação de boas práticas de manejo e estruturação. A inclusão da percepção dos usuários e condutores nas avaliações pode contribuir para um entendimento mais amplo da segurança e funcionalidade das trilhas. Por fim, é fundamental ampliar o uso de geotecnologias, como sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG), para o monitoramento ambiental e a gestão adaptativa das trilhas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo Estadual de Defesa dos Interesses Difusos (FID) e ao Ministério Público - SP pelo fomento ao projeto “Recuperação da Trilha da Pedra Lisa, em Paranapiacaba”, executado pela equipe de profissionais do IPT, e aos profissionais da Prefeitura de Santo André pelo suporte oferecido.

REFERÊNCIAS

CARNESECA, M. H.; GRAMANI, M. F.; CAMPANHA, L. F. C. (2025) “*Manual de recuperação de trilhas: mitigação de risco e segurança*”. São Paulo: IPT, FID. 80 p.

INFANTI JUNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. (1998) “*Processos de Dinâmica Superficial*”. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Eds.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE). cap. 9, p.131-152.

ZANETTINI ARQUEOLOGIA. (2019) “*Prospecção Arqueológica para Recuperação da Trilha da Pedra Lisa, municípios de Santo André e Santos, Estado de São Paulo*”. Relatório Final. São Paulo: Zanettini Arqueologia. 268 p.