

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico  
Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**



**Relatório Final**

**(Ciclo 2021-2022)**

**Mapeamento e análise das causas dos processos erosivos em áreas de Uso  
Público no Setor B do Parque Nacional da Tijuca, RJ**

**Nome: Caio Couto Dantas**

**Orientador: Leonard Schumm**

**Coorientador: Francisco Dourado**

**Instituição do Orientador: UERJ**

**Rio de Janeiro Agosto de 2022**

## 1. Resumo e abstract

### **Resumo**

O Parque Nacional da Tijuca (PNT) é o mais visitado do Brasil. As diversas atividades que podem ser praticadas em sua área, combinada com a localização no centro do município do Rio de Janeiro, o acesso gratuito, os diversos modais de transporte público e particular de acesso, tornou o PNT uma das principais opções de lazer de turistas e moradores da região metropolitana do Rio de Janeiro. Todavia, essa popularidade traz consequências para o meio físico de complexa gestão. O primeiro passo para uma gestão eficaz dos problemas encontrados no parque é conhecê-los, seja na distribuição espacial, seja na tipologia. Dito isso, o PNT desde os Ciclos 2019/2020 e 2020/2021 propuseram um estudo onde busca analisar uma série histórica de eventos de processos erosivos propiciados pelo desgaste antropológico somado aos processos erosivos naturais, como drenagens e movimentos de massa, propiciam em certos casos deslizamentos de terra/solo de grandes volumes, que por sua vez podem desde interditar uma trilha de caminhada, causar rachaduras nas estradas e até degradar sítios arqueológicos de valor histórico e cultural inestimável. A compreensão sobre como esses processos ocorrem e como os diversos usos podem ser alterados pelos processos erosivos ativos são exemplos de avanços no conhecimento que podem ser gerados por este estudo e que servem de ferramenta para o planejamento, manejo e tomada de decisão pela gestão do parque.

*Palavras-Chave:* deslizamentos, Parque Nacional da Tijuca, mitigação.

## **Abstract**

Tijuca National Park (PNT) is the most visited in Brazil. The various activities that can be practiced in its area, combined with the location in the center of the city of Rio de Janeiro, the free access, the various modes of public and private transport, made the PNT one of the main leisure options for tourists and residents of the metropolitan region of Rio de Janeiro. However, this popularity has consequences for the physical environment of complex management. The first step towards an effective management of the problems encountered in the park is to know them, whether in terms of spatial distribution or typology. That said, the PNT since the 2019/2020 and 2020/2021 Cycles proposed a study where it seeks to analyze a historical series of events of erosive processes caused by anthropological wear added to natural erosive processes, such as drainage and mass movements, provide in certain cases large-volume landslides, which in turn can interdict a hiking trail, cause road cracks, and even degrade archaeological sites of inestimable historical and cultural value. Understanding how these processes occur and how the different uses can be changed by active erosive processes are examples of advances in knowledge that can be generated by this study and that serve as a tool for planning, management and decision-making by park management. .

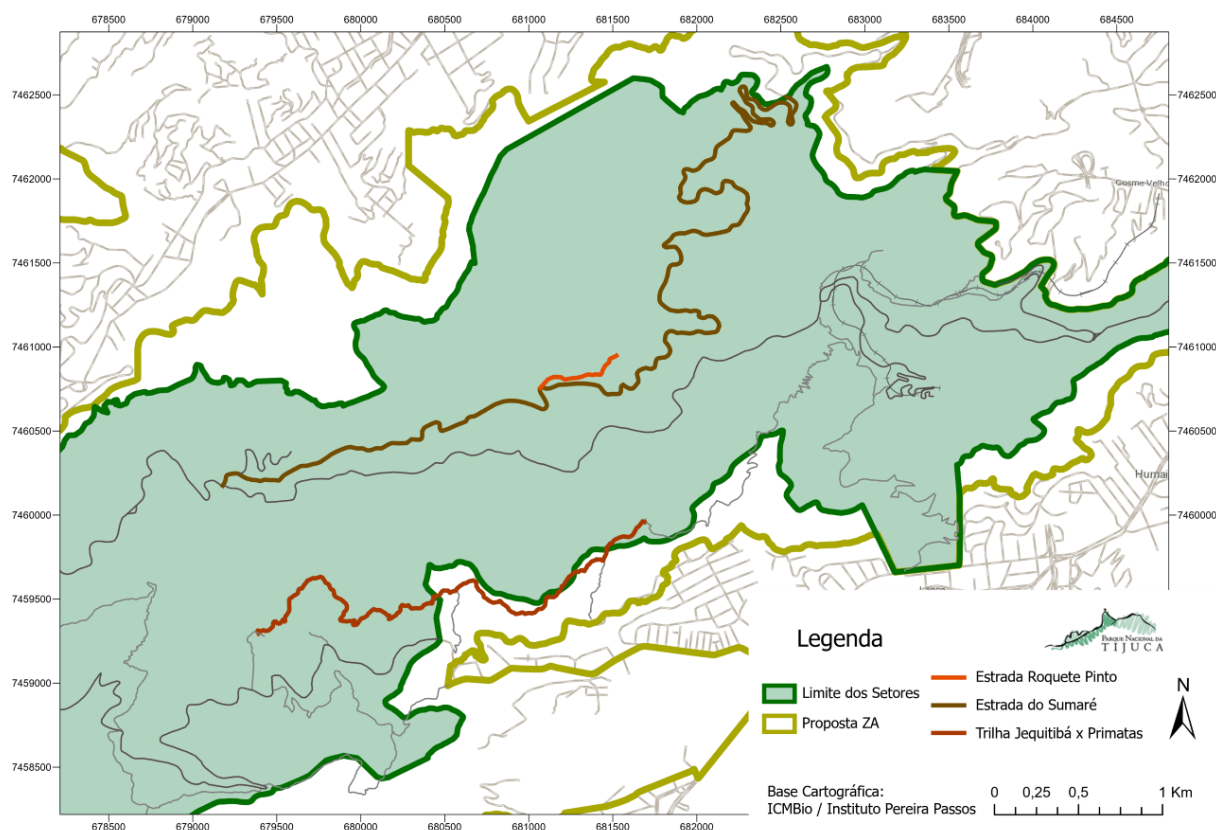
*Keywords: landslides, Tijuca National Park, mitigation.*

# Sumário

<b>Introdução</b>	5
<b>Objetivos</b>	7
<b>Objetivos específicos</b>	7
<b>Material e Métodos</b>	7
<b>Resultados</b>	9
<b>Discussão e Conclusões</b>	16
<b>Recomendações para o manejo</b>	17
<b>Agradecimentos</b>	17
<b>Citações e referências bibliográficas</b>	18

## 1. Introdução

O Parque Nacional da Tijuca, localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, ao mesmo tempo que recebe o maior número de visitantes anuais, é o menor Parque Nacional brasileiro. Com um belo cenário do contraste entre serra e mar, o PNT é um atrativo de moradores e turistas que buscam um refúgio natural com trilhas e cachoeiras.



**Figura 1: Mapa de localização**

No entanto, a popularidade traz consequências para o meio físico da região. O alto índice pluviométrico característico da região somado à localização em uma região montanhosa marcada por irregularidades entre zonas costeiras, baixadas e colinas, o PNT é uma região suscetível a processos erosivos e movimentos de massa.

Tendo em vista a alta taxa de visitação e os altos índices de deslizamentos (no Verão, principalmente), viu-se a necessidade de implementar um estudo para o levantamento de dados das áreas que são afetadas pelos processos erosivos e o quanto de perigo pode ser dado ao usuário. Desse modo, haverá uma maior eficácia para a tomada de decisões da gestão do parque em como realizar os planos para viabilizar o bom uso da área, associando a conservação e incentivo ao uso

da população.

Este estudo será uma continuação do Ciclo 2019/2020 e 2020/2021, onde foi feito um mapeamento de perigo na Estrada do Redentor, levantando dados e reconhecendo os acessos ao Parque Nacional da Tijuca.

### **3. Objetivos**

#### **Objetivo Geral**

Este estudo pretende identificar os processos erosivos que colocam em risco a população usuária da Estrada do Sumaré e se estes processos impactam de alguma forma a Estrada do Redentor, a qual está a jusante da área de estudo.

#### **Objetivos específicos**

- a) Realizar um inventário de susceptibilidade erosiva nas encostas e no leito das Estradas do Sumaré e Roquette Pinto;
- b) Realizar um estudo de susceptibilidade erosiva na trilha dos Primatas;
- c) Realizar um diagnóstico in loco dos efeitos das drenagens a jusante da Estrada do Sumaré.

### **4. Material e Métodos**

O Parque Nacional da Tijuca localiza-se na Cidade do Rio de Janeiro e é composto por quatro setores. É caracterizado por ser uma área montanhosa e com grandes maciços que influenciam a cidade desde a separação geográfica de bairros até a incidência de precipitação nos mesmos. Possuindo o maior cartão postal do país, o Corcovado com o Cristo Redentor no topo, o Setor B é formado pela Serra da Carioca, uma formação que separa a Zona Sul da Zona Norte, onde a Zona Sul fica de frente para o Oceano Atlântico e a Norte fica de frente para a Baixada Fluminense.

Após análise da região a ser estudada, deu-se início a parte de geoprocessamentos. Para confecção de mapas de base, usou-se os programas Maps, Earth e QGIS 3.10. Com esta ferramenta, foi possível identificar as áreas de maiores declividades e drenagens associadas.

A metodologia utilizada neste estudo foi baseada na criada no primeiro ciclo de pesquisa que envolviam os processos erosivos do PNT, durante o Ciclo 2019-2020, realizado pelo Rodrigo Brust no Mapeamento e Levantamento dos Processos Erosivos no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro.

Como unidade amostral será trabalhada a Estrada do Sumaré, Estrada Roquette Pinto e a Trilha dos Primatas, sendo todas no Setor B voltadas para a Zona Sul e ficando mais sujeitas a intempéries climáticas e chuvas orográficas. Essas estradas foram escolhidas por terem sido identificadas como possíveis causadoras de inúmeros processos erosivos levantados em estudos preliminares na Estrada do Redentor, sendo necessária a validação, ou não, desta hipótese levantada. A Trilha dos Primatas foi escolhida devido à grande demanda de visitação, estar localizada em encosta, grande declividade e por recentemente ter havido enchentes na região nos últimos 2 anos que causaram deslizamentos em encostas próximas a esta trilha.

A primeira etapa do trabalho consiste em fazer uma revisão bibliográfica e revisar as regiões mais afetadas por deslizamentos. Após isso, há de se montar um cronograma com etapas de campo a serem realizadas, com o intuito de entender quais regiões estão sujeitas a maior taxa de susceptibilidade, verificando características como: litologia, estrutura, declividade de terreno, quedas de bloco, zonas de fratura, estruturas de contenções e entre outros problemas.

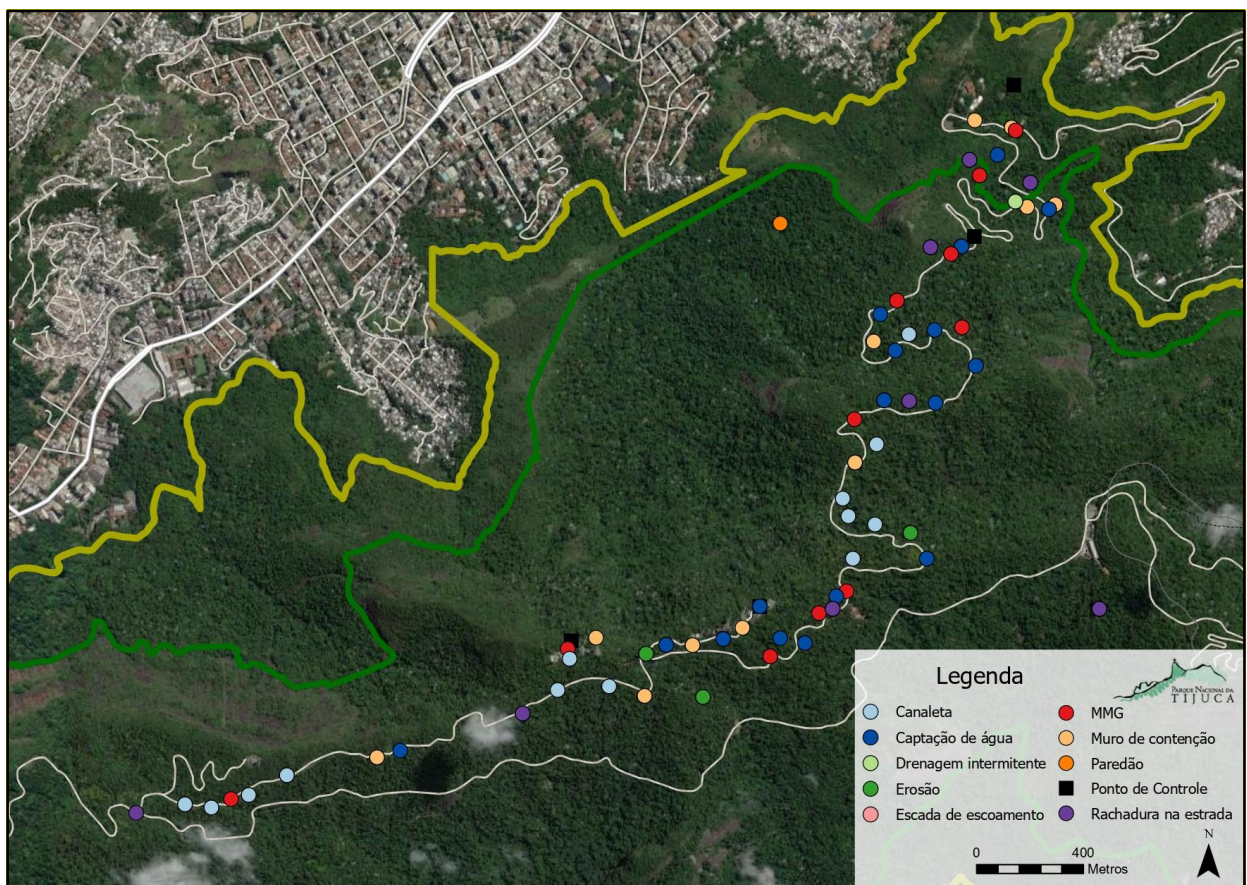
A segunda etapa será a continuidade da metodologia baseada no grau de risco criado no Ciclo 2019/2020 e 2020/2021, onde se criou uma classificação de perigo para cada ponto. Essas classes variam de 1 a 5, onde 1 representa um risco muito baixo (não há perigo) e 5 representa um risco muito alto (situação em que se pode observar uma soma de situações de perigo).

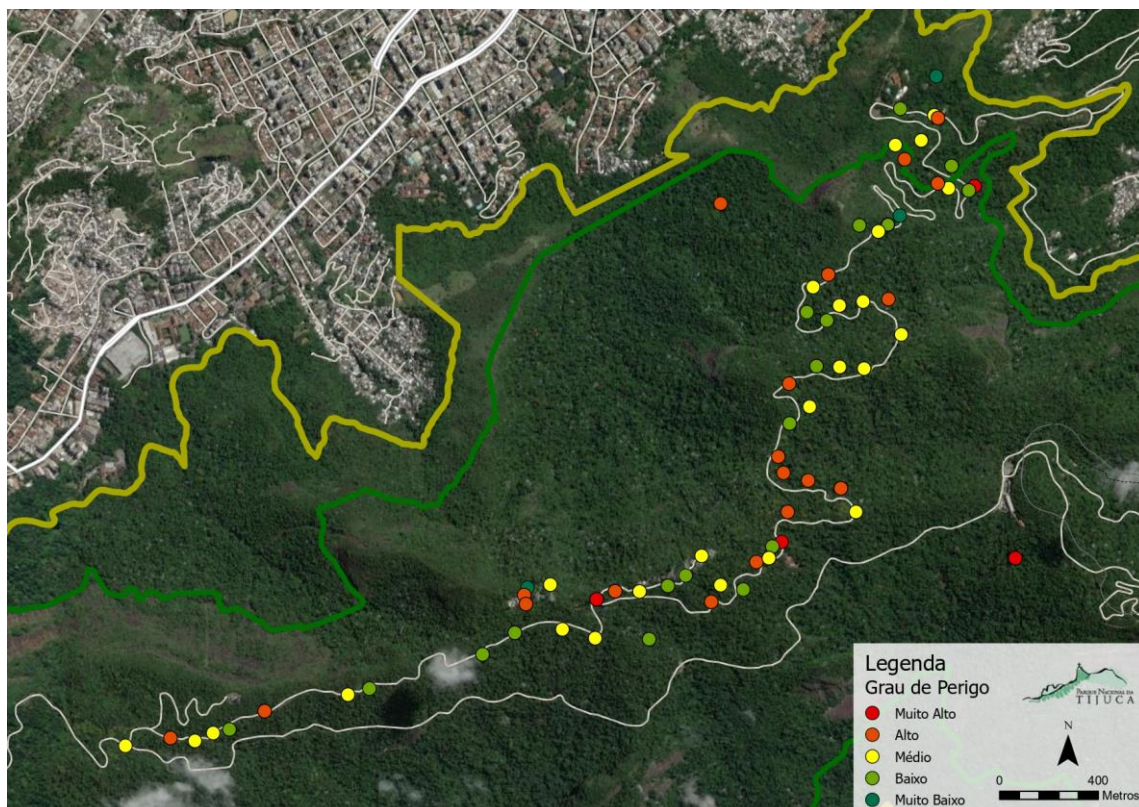
Na terceira etapa, será feito uma planilha no Excel com os pontos realizados durante a pesquisa. Compilando esses dados, será montado um mapa de pontos baseado no grau de perigo, determinando as áreas da estrada com maior e menor índice de periculosidade, facilitando o direcionamento dos esforços de recuperação da via. Com tais pontos mapeados, foi analisado o quanto os problemas das estradas e trilhas estudadas influenciam a Estrada do Redentor. (tabela)



## 5. Resultados

No estudo, foram realizados um total de 174 pontos, na Estrada do Sumaré, Estrada Roquette Pinto e na Trilha dos Primatas, totalizando aproximadamente 14 km de vias e trilhas (ref). Nas campanhas foram caracterizados principalmente: muros de contenção (16,18%), sistemas de captação de água (21,97%) e movimentos de massa gravitacionais (15,61%), ativos e inativos, além do mapeamento das canaletas e calhas que controlam o movimento da água em direção às jusantes.





Nos resultados obtidos serão descritos, separadamente, as principais características de cada estrada. Será também uma prioridade criar um paralelo entre os pontos realizados e compará-los aos dados obtidos durante o mapeamento da Estrada do Redentor (ref mapa 2019/2020)

### 5.1. Estrada do Sumaré

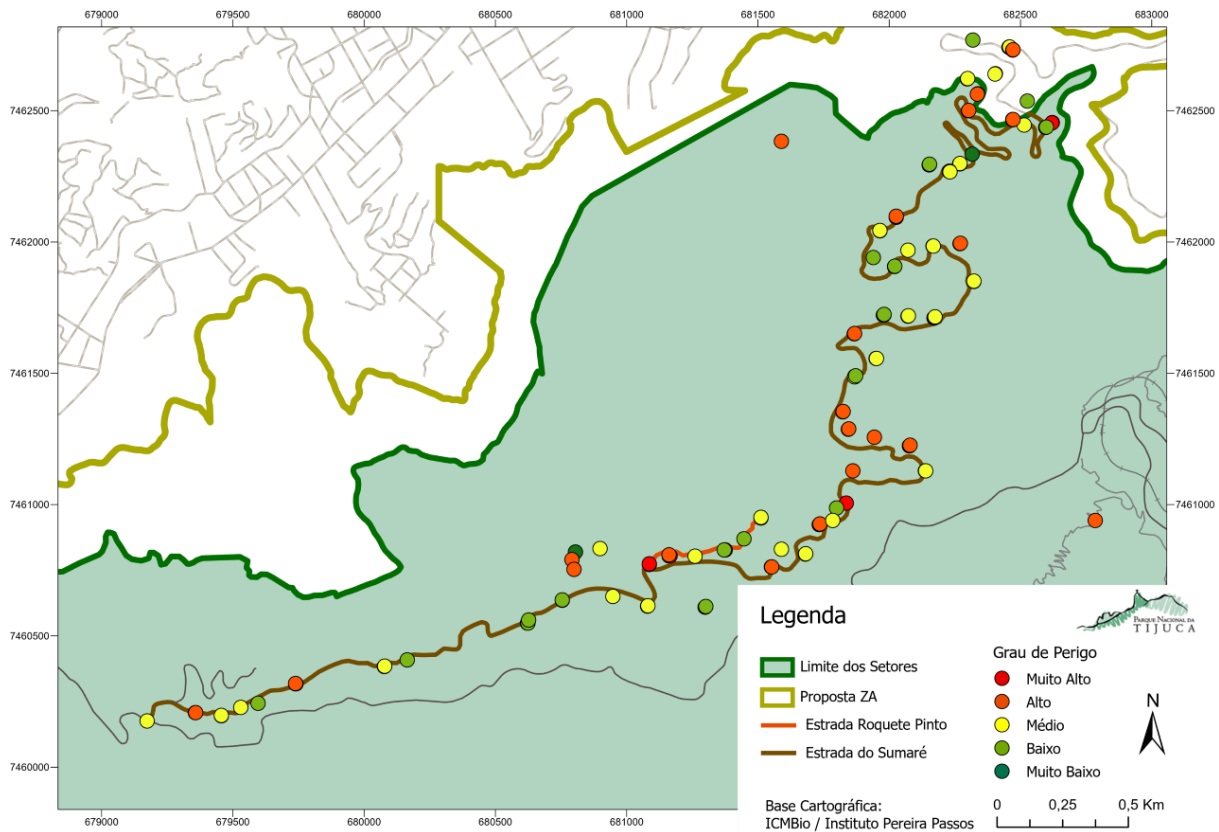
A Estrada do Sumaré é localizada na parte superior da Serra da Carioca, que liga a Estrada do Redentor até o bairro do Rio Comprido, sendo um importante acesso ao Palácio Apostólico e às torres de telecomunicação do Sumaré. A mesma possui cerca de 11,3 km de extensão na área demarcada pelo Parque. Assim como toda a região do PNT, essa estrada é acidentada e afetada por grandes cargas pluviométricas, principalmente durante o período de verão. A sua direção principal é ENE-WSW, acompanhada das estruturas regionais, tais como falhas normais que são responsáveis pela formação do gráben da Guanabara. (Valeriano, et al., 2012).

Assim como as demais vias de acesso do Parque Nacional da Tijuca, a Estrada do Sumaré é uma via antiga e desprovida de manutenção preventiva, seus reparos ao longo do tempo são superficiais. E isso pode ser visto por exemplo no ponto ES-57, onde houve uma intervenção da GeoRio em um movimento de massa ativo, no qual somente foi posto uma rede de tirante no local, sem mais algum tipo de obra para fixar o movimento de massa gravitacional (MMG). Com isso, os processos



erosivos continuam atuantes e, dependendo do nível pluviométrico e condições de solo, podem vir a reativar o deslizamento.

Essa estrada foi a área de maior abrangência do estudo e a que mais pontos foram registrados. No total, foram 125 pontos, dos quais destaca-se a aparição de canaletas, sistemas de captação de água, MMG, muro e rachaduras.



### 5.1.1. Canaletas e sistemas de captação de água

Na vistoria realizada na estrada foram demarcadas 21 canaletas e 31 sistemas de captação de água pela estrada, as quais possuíam graus de risco que variam de baixo a alto. Para a análise desse tipo de ponto, foram observadas características como o quanto os mesmos aparecem obstruídos, qual o grau de preservação e como estes influenciam a canalização da água até a jusante, que é a Estrada do Redentor.

### 5.1.3. Movimentos de massa gravitacionais

Durante o mapeamento foram demarcados um total de 23 movimentos de massa gravitacional, que variam de médio a muito alto o grau de perigo, os quais há uma variação de tamanho que vai de decimétrica a métrica. Os deslizamentos mapeados foram demarcados por movimentos de solo residual.

### imagens

É sabido que os MMGs são movimentos naturais, ainda mais em regiões com alto índice pluviométrico, como no Rio de Janeiro. Porém, além de poderem ser mitigados, eles são evidenciados a partir de uma soma de informações externas, como rachaduras na estrada, set de fraturas conjugadas, árvores tortas e entre outras características.

Sabe-se que uma das principais causas da evolução de um MMG é a ação da água, através do intemperismo químico e diminuição da coesão dos argilominerais formadores do solo. Supõe-se que, assim como a Estrada do Redentor provavelmente sofre com influências da Estrada do Sumaré, a própria também sofre influências de sua montante, a Estrada Roquette Pinto. No ponto ES-48.1, por exemplo, pôde ser visto à montante um deslizamento translacional de aproximadamente 50 metros de altura e 10 de largura, ocorrido em Abril de 2022. Este foi um ponto interessante para o estudo, pois em Março de 2022, em uma das campanhas pela Estrada Roquette Pinto, foi realizado um ponto exatamente neste local, o que fora classificado como de muito alto grau de risco, devido às características observadas no local, as quais serão discutidas posteriormente. No caso deste movimento, os sedimentos foram levados desde a jusante da Roquette Pinto até sobre a Estrada do Sumaré.

#### **5.1.4. Muro de contenção**

Nesta classificação de ponto foram mapeadas todas as estruturas de contenção da estrada. No geral, os muros de contenção construídos estão bem estruturados, onde foram marcados 23 pontos com variação de grau de perigo que fica entre baixo e médio - com exceção de um, que será descrito em seguida.

Esta estrutura de contenção tem como objetivo conter um local que esteja suscetível a movimento de massa. Na construção desses muros, coloca-se drenos para que possam permeabilizar o solo e evitar o encharcamento, a fim de que possam ser controlados futuros movimentos que possam inviabilizar as vias.

## **5.2. Estrada Roquette Pinto**

A Estrada Roquette Pinto localiza-se na parte superior do Setor B no PNT, a qual é uma via sobrejacente à Estrada do Sumaré, onde permite o acesso da mesma até às antenas de rádio e comunicação. Em sua cota mais elevada, é possível ter uma visada do norte carioca, enquanto a parte sul é direcionada ao Parque. Criada nos anos 50, a Roquette Pinto é uma via antiga e, assim como a Estrada do Sumaré e acessos, é carecida de um manejo preventivo, fato esse que suscetibiliza a via quanto aos processos erosivos.

Essa estrada destaca-se negativamente no estudo, pois em seus 600 metros de extensão e 34 pontos realizados, 41,18% correspondem a pontos de alto e muito alto grau de perigo. Isso se deve à falta de controle do fluxo de água, ao alto uso de veículos pesados e também por ser uma via relativamente isolada das demais no Parque e uso mais intenso pelas empresas de comunicação e instituições públicas estabelecidas no Morro do Sumaré.

As principais características encontradas na Estrada Roquette Pinto são: canaleta, sistema de captação de água, movimentos de massa gravitacional, muro de contenção e rachadura na estrada.

### **5.2.1. Canaletas Sistema de captação de água**

Durante o mapeamento foram realizados 8 pontos sobre canaletas e 7 sobre sistemas de captação de água. De acordo com o grau de risco, esses pontos variam de médio a alto grau de perigo, com somente um ponto classificado como baixo. Como dito anteriormente, essa área é mais suscetível do estudo devido ao seu alto uso e pouco manejo, onde isso pôde ser visualizado na precariedade em que estão estruturadas o sistema de drenagem da estrada.

Como a Estrada Roquette Pinto é a parte mais elevada em relação às Estradas do Sumaré e do Redentor, pode-se inferir que ela seja a mais importante no quesito dos sistemas de drenagem. Dito isso, entende-se que em um sistema mal estabelecido, sem controle de fluxo d'água e má preservação das estruturas, as jusantes tendem a ter uma maior dificuldade para controle das drenagens.

Um exemplo desta questão são os pontos RP-03 e RP-06. No ponto RP-03, uma emissora responsável pelas antenas reconstruiu um sistema de drenagem, com canaleta e caixa de captação, as quais foram criados caminhos (escada de escoamento) até a jusante. O ponto RP-06, onde a água escoava, observa-se um solo inchado e canaletas entupidas, induzindo a ideia de um encharcamento na área e má percolação de água.

### **5.2.2. Movimentos de massa gravitacional**

Nas campanhas pela Estrada Roquette Pinto, os MMGs foram agentes importantes para entender a dinâmica do processo erosivo nessa estrada. Foram vistos 3 MMGs de grandes proporções (aproximadamente 30 metros) - sendo que um destes estavam direcionados à vista norte, ou seja, não era de prioridade do trabalho, pois não afetava as áreas foco do estudo. Quanto aos outros 2 MMGs, estes eram de grau de perigo alto e já haviam passado por vistoria da GeoRio.

Os dois deslizamentos supracitados eram de escala métrica (aproximadamente 30 x 10 metros) e eram seguidos, com uma distância de 10 metros um do outro. A ocorrência do deslizamento ocorreu em 2020 durante a pandemia do Covid-19. A vistoria destes foi realizada pela GeoRio e, desde a ocorrência do deslizamento, a cicatriz permanece com uma lona por cima e faixas do órgão interditam o acesso.

Pelo que foi interpretado, este trecho de aproximadamente 50 metros está muito suscetível à movimentos de massa, o qual pôde ser visto nas estradas rachaduras profundas paralelas às jusantes, o que, além do fluxo de água não drenado, são sinais de alerta para eventuais deslizamentos. No tópico 5.2.3 será discutido a ocorrência de um deslizamento previsto anteriormente em uma das campanhas.

### **5.2.3. Muro de contenção**

Nos mapeamentos realizados na Estrada Roquette Pinto pôde ser observados 6 muros de contenção pela via. Esses muros foram demarcados com grau de risco variando de baixo a muito alto, onde os de grau baixo estavam bem estruturados e conservados, enquanto o de muito alto foi o de principal destaque do estudo.

É sabido que os muros de contenção são estruturas criadas no intuito de preservar a integridade do solo, permeabilizando-o e fixando-o no intuito de diminuir o impacto dos movimentos de massa. Porém, para uma manutenção e conservação eficiente, é importante uma constante vistoria visando o monitoramento dessas estruturas que podem ser importantes para entender a susceptibilidade da região.

Dito isso, em Março de 2022, durante as vistorias foi marcado o ponto ERP-07.1, na qual foi descrito um muro de contenção à jusante bastante fraturado, com falhas em zigue-zague e, paralelos a ele, rachaduras na pista. Dez metros à frente, foram demarcados dois MMGs (descritos no item 5.2.2), e, devido à periculosidade encontrada em volta, demarcou-se esse ponto como de alto grau de risco.

Em Abril de 2022, neste ponto, houve um deslizamento de solo de aproximadamente 50 metros que carregou sedimentos da Estrada Roquette Pinto até a Estrada do Sumaré, o que precisou de uma intervenção do Parque para retirada da terra e árvores que inviabilizaram a pista. Após o incidente, o ICMBio realizou uma obra no local para reestruturar o muro, dessa vez aumentando suas colunas e aumentando sua capacidade de segurança.

### **5.3. Trilha dos Primatas**

A Trilhas dos Primatas é uma das trilhas mais visitadas na Zona Sul do Rio de Janeiro. Conhecida por ser uma trilha curta e de baixa dificuldade, nela estão presentes dois atrativos: a Gruta dos Primatas e a Cachoeira dos Primatas. O seu sistema é um importante afluente do Rio dos Macacos, que pertence a bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas.

## **6. Discussão e Conclusões**

Portanto, é perceptível que as vias analisadas sofrem com deslizamentos de forma recorrente por conta de fatores naturais e antrópicos. Sabido disso, conclui-se que a região está sob ações naturais e sofre com deslizamentos e altas taxas de susceptibilidade, ao mesmo tempo em que é acelerada por conta do alto uso humano, que vai desde as obras de engenharias, ausência de manutenções até o intenso fluxo de visitantes e também, assim como descrito na Estrada Roquette Pinto, o uso de veículo pesados pelas vias. Por isso, é fundamental o desenvolvimento e interesse por estudos como esse, com o objetivo de trazer bem-estar ao meio ambiente e usuários.

Dessa forma, o mapeamento sistemático que aborda estudos sobre a susceptibilidade quanto ao grau de risco das rodovias é indispensável para a gestão do PNT. A partir disso, será possível montar bancos de dados com outros setores do parque para entender onde há mais ou menos ocorrências de eventos com influência de fatores naturais e antrópicos. Uma vez que se tem informação dos pontos de fragilidade e de maior solidez, é possível direcionar esforços em prol de uma gestão que proporcione um parque mais seguro e sustentável.



## **7. Recomendações para o manejo**

As vias possuem um papel importante na questão do acesso e mobilidade dos usuários do Parque. Dessa forma, a conservação das estradas em conjunto com redução dos impactos ao meio ambiente, recomenda-se à gestão do PNT:

- a) manter os estudos de manejo e inventário das estradas em curso, a fim de torná-las mais seguras;
- b) sempre que possível vistoriar todas as estradas do PNT, identificando e evitando problemas futuros, ou então para mitigar da melhor forma possível;
- c) projetar novos modelos de gestão para as demais estradas do PNT, garantindo assim a acessibilidade e segurança, a redução de impactos ao solo, fauna e flora, tornando as vias da unidade de conservação cada vez mais sustentáveis;
- d) iniciar um trabalho de recuperação das drenagens das estradas, somando isso à constante desobstrução de bueiros.

## **8. Agradecimentos**

Gostaria de agradecer ao ICMBio e ao CIEE pela oportunidade de realizar este trabalho, e pelo auxílio durante esta jornada. Ao meu orientador Leonard Schumm, pela paciência, apoio e interesse em expandir a importância da geologia. Ao Professor e Co- Orientador Francisco Dourado, da UERJ, pelo apoio, disponibilidade, explicações, além de fornecer conselhos e capacitações. À Mestre em Biologia Katyucha Von Kossel Andrade Silva, ao analista de geoprocessamento Sherlyê Carvalho, e a todo staff do Parque Nacional da Tijuca que me auxiliaram nas trilhas.

## **9. Citações e referências bibliográficas**

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. Projeto Rio de Janeiro, Brasília, 2000.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Geologia do Estado do Rio de Janeiro. Projeto Rio de Janeiro, Brasília, 2001.

INSTITUTO CHICO MENDES DE BIOCONSERVAÇÃO (Rio de Janeiro). Parque

Nacional da Tijuca. ICMBio. Relatório 2018. Relatório Anual 2018, Rio de Janeiro, 2018

INTERAÇÕES ENTRE O RIO DOS MACACOS E A LAGOA RODRIGO DE FREITAS SOB A ÓTICA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA E AÇÕES INTEGRADAS DE REVITALIZAÇÃO AMBIENTAL