



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

**Estratégias de Geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta:
propostas de uso público para um geossítio do Projeto
Geoparque Corumbataí**

MARIA VITORIA BAPTISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

Rio Claro - SP
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

MARIA VITORIA BAPTISTA

**ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO DA VOÇOROCA
DA MÃE PRETA: PROPOSTAS DE USO PÚBLICO PARA UM
GEOSSÍTIO DO PROJETO GEOPARQUE CORUMBATAÍ**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto

Coorientador: José Eduardo Zaine

Rio Claro - SP

2024

B222e	Baptista, Maria Vitoria Estratégias de geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta : propostas de uso público para um geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí / Maria Vitoria Baptista. -- Rio Claro, 2024 132 p. : il., tabs., fotos, mapas Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro Orientador: José Alexandre de Jesus Perinotto Coorientador: José Eduardo Zaine 1. Geociências. 2. Geodiversidade. 3. Gestão Ambiental. 4. Unidades de Conservação. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Impacto potencial desta pesquisa

A Voçoroca da Mãe Preta é uma área de grande fragilidade ambiental localizada em um bairro periférico de Rio Claro, escasso em áreas de lazer e majoritariamente ocupado por moradias populares. Nesta área ocorrem elementos representativos da geologia do município, assim como o afloramento de importantes afluentes dos mananciais de água de abastecimento público. Por esses e outros atributos naturais, a voçoroca se tornou um dos principais objetos de estudo do curso de Geologia da Unesp Rio Claro. Atualmente, está classificada como geossítio de relevância nacional do Projeto Geoparque Corumbataí. As propostas aqui apresentadas visam à conservação do geopatrimônio em seu sentido mais amplo, considerando valores e serviços aos quais ele está associado. Em Rio Claro, esta proposta pode ter impacto direto, por exemplo: na disponibilidade de água para consumo humano; na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas; na qualificação de áreas verdes urbanas para o uso público; na melhoria da qualidade de vida, principalmente na qualidade do ar, das águas e dos solos, influenciando, também, a saúde das populações urbanas; aumento da biodiversidade no entorno das cidades; aumento da oferta de espaços educativos para o ensino básico e superior; preservação da história e da memória coletiva de Rio Claro e tantos outros impactos indiretos que a conservação de áreas naturais no contexto urbano pode oferecer para os municípios. No cenário atual aumento dos eventos extremos e das áreas de risco social e ambiental, a criação destes espaços é uma importante contribuição para a construção de cidades sustentáveis e resilientes. Além disso, ao propor estratégias de conservação de uma voçoroca, feição que por tanto tempo o aterramento foi uma das únicas medidas de contenção, este estudo aponta para uma nova mentalidade sobre a gestão de áreas degradadas, que coloca seu foco não em medidas imediatistas de resolução do problema final, mas sim nas perspectivas de resolução a partir das relações com o meio em que está inserido. Essa é a base da gestão ambiental e é ao que essa pesquisa se propõe: estratégias de gestão, valorização e divulgação da Voçoroca da Mãe Preta.

Potential impact of this research

The Voçoroca da Mãe Preta is an area of great environmental fragility located in a peripheral neighborhood of Rio Claro, which lacks leisure areas and is mostly occupied by low-income housing. In this area there are representative elements of the municipality's geology, as well as the outcropping of important tributaries of the public water supply. Because of these and other natural attributes, the gully has become one of the main objects of study for the Geology course at Unesp Rio Claro. It is currently classified as a geosite of national importance by the Corumbataí Geopark Project. The proposals presented here are aimed at conserving geopatrimony in its broadest sense, considering the values and services with which it is associated. In Rio Claro, this proposal could have a direct impact, for example: on the availability of water for human consumption; on mitigating the effects of climate change; on qualifying urban green areas for public use; on improving quality of life, especially air, water and soil quality, also influencing the health of urban populations; increasing biodiversity around cities; increasing the supply of educational spaces for basic and higher education; preserving the history and collective memory of Rio Claro and so many other indirect impacts that the conservation of natural areas in the urban context can offer municipalities. In the current scenario of increasing extreme events and areas of social and environmental risk, the creation of these spaces is an important contribution to building sustainable and resilient cities. In addition, by proposing conservation strategies for a gully, a feature that for so long landfilling was one of the only containment measures, this study points to a new mentality about the management of degraded areas, which focuses not on immediate measures to solve the final problem, but on the prospects for resolution based on relations with the environment in which it is inserted. This is the basis of environmental management and what this research aims to achieve: strategies for managing, valuing and publicizing the Mãe Preta Voçoroca.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

MARIA VITORIA BAPTISTA

**ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO DA VOÇOROCA
DA MÃE PRETA: PROPOSTAS DE USO PÚBLICO PARA UM
GEOSSÍTIO DO PROJETO GEOPARQUE CORUMBATAÍ**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. JOSÉ EDUARDO ZAINÉ
IGCE / UNESP/ Rio Claro (SP)

Prof. Dra. DENISE BALESTRERO MENEZES
CCET / UFSCar / São Carlos (SP)

Prof. Dr. MATHEUS LISBOA NOBRE DA SILVA
IGCE / UNESP/ Rio Claro (SP)

Conceito: Aprovado.

Rio Claro (SP), 20 de agosto de 2024.

AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que contribuíram para que este e eu trabalho chegássemos até aqui. Começo agradecendo aos queridos professores José Alexandre de Jesus Perinotto e José Eduardo Zaine e também ao colega André Kolya, não só pelo apoio e orientação, mas por me receberem de braços abertos e confiarem a mim esta pesquisa, que é fruto de longos anos de sonhos e trabalhos. Agradeço ao colega Paulo Ruffino pela amizade, pelas trocas, por orientar novos olhares sobre a pesquisa e estar sempre disposto a contribuir. Agradeço à professora Denise B. Menezes (UFSCar), quem me abriu as portas para as geociências e para a iniciação científica. Agradeço ao Victor, meu querido amigo e companheiro de vida, por sua paciência, presença, escuta, carinho e acolhimento ao longo desses anos. Agradeço também à minha mãe Rita, ao meu pai Claudemir e à minha avó Angelina, com quem aprendo todos os dias sobre as coisas do mundo. Agradeço aos queridos colegas de equipe de trabalho, sempre abertos e dispostos a ajudar. Agradeço a todos os amigos e amigas que me acompanharam ao longo da vida. Guardo cada um no coração. Agradeço a todos os demais professores que me aconselharam, apoiaram e contribuíram para a construção de ideias materializadas neste projeto. Agradeço aos colegas da Associação de Pós-Graduandos da UNESP Rio Claro pelas trocas que me fizeram sentir um pouco mais pertencente à universidade. Agradeço ao professor e coordenador do PPGGMA Didier Gastmans pelo apoio em pesquisas, eventos e todas as parcerias. Agradeço a todos os servidores com quem cruzei nesta jornada, sempre solícitos. Por fim, agradeço a todas as pessoas que me acolheram enquanto estive em Rio Claro, especialmente à Nat, querida. Sem vocês eu não estaria aqui. Deixo carinho ao meu avô Antônio, sempre presente em minha memória. Saudades.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



Uma vez, um velho Buda falou:

*Para o ser-tempo, parado no cume da montanha mais alta,
Para o ser-tempo, nadando no leito mais fundo do mar,
Para o ser-tempo, um demônio com três cabeças e oito braços,
Para o ser-tempo, os cinco metros de ouro do corpo de um buda,
Para o ser-tempo, o bastão de um monge ou o espanta moscas de um mestre,
Para o ser-tempo, um pilar ou um farol,
Para o ser-tempo, qualquer José ou Maria,
Para o ser-tempo, a terra inteira e o céu infinito.*

*Dōgen Zenji, “Para o ser-tempo”.
Tradução de Daniela P. B. Dias e Débora Landsberg em “A terra inteira e o céu infinito”, de
Ruth Ozeki (2013, p. 8).*

RESUMO

A Voçoroca da Mãe Preta é um geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí localizado no município de Rio Claro, interior do estado de São Paulo. A área se trata da seção-tipo da Formação Rio Claro (Cenozoico), unidade sedimentar de ocorrência quase restrita ao município. Por meio de atividades de pesquisa e divulgação, o Projeto Geoparque Corumbataí tem impulsionado a valorização dos atributos naturais e do potencial educativo da Voçoroca da Mãe Preta, medida que carece da análise de mecanismos legais de proteção deste geossítio. A *International Union for Conservation Nature (IUCN)*, entidade que orienta o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) no Brasil, tem buscado incorporar a geoconservação nas diretrizes para criação de Áreas Protegidas (AP). Dentre as áreas relevantes para proteção, a *IUCN* destaca as seções-tipo e áreas representativas da geologia local. O Plano Diretor de Rio Claro já previa a criação de uma Unidade de Conservação (UC) no bairro Parque Mãe Preta, onde se localiza a voçoroca. Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo principal propor estratégias de geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta a partir do SNUC. A partir de pesquisas bibliográficas, documentais e de campo, foram propostas três possíveis categorias de Unidade de Conservação para o geossítio: Parque Natural Municipal, Monumento Natural e Reserva Particular do Patrimônio Natural. Como estratégia de valorização e divulgação, foram propostas trilhas e materiais interpretativos e infraestruturas de conservação do geopatrimônio. Espera-se que estes resultados possam servir como base para a criação de uma Unidade de Conservação da geodiversidade no município de Rio Claro e contribuir para a valorização do território.

Palavras-chave: Geodiversidade; Áreas Degradadas; Instrumentos Ambientais

ABSTRACT

The Voçoroca da Mãe Preta is a geosite of the Corumbataí Geopark Project located in the municipality of Rio Claro, in the interior of the state of São Paulo. The area is a standard section of the Rio Claro Formation (Cenozoic), a sedimentary unit that occurs almost exclusively in the municipality. Through research and dissemination activities, the Corumbataí Geopark Project has promoted the appreciation of the natural attributes and educational potential of the Voçoroca da Mãe Preta, a measure that requires the analysis of legal mechanisms to protect this geosite. The International Union for Conservation Nature (IUCN), the entity that guides the National System of Conservation Units (SNUC) in Brazil, has sought to incorporate geoconservation into the guidelines for creating Protected Areas (PA). Among the relevant areas for protection, the IUCN highlights standard sections and areas that are representative of the local geology. Rio Claro's Master Plan already provided for the creation of a Conservation Unit (UC) in the Parque Mãe Preta neighborhood, where the gully is located. With this in mind, the main aim of this research was to propose geoconservation strategies for the Mãe Preta gully based on the SNUC. Based on bibliographical, documentary and field research, three possible Conservation Unit categories were proposed for the geosite: Municipal Natural Park, Natural Monument and Private Natural Heritage Reserve. As an enhancement and dissemination strategy, trails and interpretive materials and geopatrimony conservation infrastructures were proposed. It is hoped that these results can serve as a basis for the creation of a geodiversity Conservation Unit in the municipality of Rio Claro and contribute to the valorization of the territory.

Keywords: Geodiversidade; Degraded Areas; Environmental Instruments

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Projetos, aspirantes e Geoparques Mundiais da UNESCO no Brasil.....	22
Figura 2. Esquema: a geoconservação promove o ensino-aprendizagem em geociências, ao mesmo tempo em que aumenta a sensibilização sobre a geoconservação.....	26
Figura 3. Parque Ecológico do Tietê (A); Parque do Ibirapuera (B); Parque Cidade de Toronto (C); Parque Villalobos (D); Centro Educacional e Esportivo do Butantã (E) e Parque São Domingos (F).....	28
Figura 4. Realização de atividade educativa no Parque Geológico do Varvito, Itu/SP.....	29
Figura 5. Parque Natural Municipal do Basalto em Araraquara/SP.....	30
Figura 6. “Buracão” na década de 1970 (a) e atual Parque do Buracão (b) em Assis/SP.....	31
Figura 7. Início das obras para recuperação do processo erosivo (a) e atual Parque do Bicão (b) em São Carlos/SP.....	31
Figura 8. Deserto do Alemão em Santa Rita do Passa Quatro/SP.....	32
Figura 9. Geossítio do Patrimônio Mundial <i>Vajon Landslide</i> , na Itália.....	33
Figura 10. Fluxograma de pesquisa.....	34
Figura 11. Nuvem de palavras da pesquisa bibliográfica.....	35
Figura 12. Mapa de localização do Projeto Geoparque Corumbataí.....	41
Figura 13. Mapa Geológico simplificado da bacia do rio Corumbataí/SP.....	42
Figura 14. Coluna estratigráfica esquemática (sem relação espacial) das unidades geológicas da Bacia Sedimentar do Paraná na bacia hidrográfica do rio Corumbataí.....	43
Figura 15. Unidades de Conservação e outras Áreas Protegidas no território do Geoparque Corumbataí Claro. Linhas brancas são curvas topográficas.....	44
Figura 16. Localização da Voçoroca da Mãe Preta.....	45
Figura 17. Mapa do acesso viário à Voçoroca da Mãe Preta.....	46
Figura 18. Seção-tipo da Formação Rio Claro na Voçoroca da Mãe Preta.....	47
Figura 19. Hidrografia da Voçoroca da Mãe Preta.....	49
Figura 20. Imagem aérea da porção norte do município de Rio Claro com destaque para as voçorocas Mãe Preta e Granja Rosada na microbacia do córrego Mãe Preta.....	51

Figura 21. Foto de um folheto informativo sobre ações de revitalização do Parque Mãe Preta promovidas pela Associação de Moradores.....	52
Figura 22. Uso e Ocupação do Solo na Voçoroca da Mãe Preta e entorno.....	53
Figura 23. Mapa da caracterização fundiária da Voçoroca da Mãe Preta.....	54
Figura 24. Áreas de Preservação Permanente hídricas da Voçoroca da Mãe Preta.....	55
Figura 25. Distribuição das Zonas de Vida Silvestre da APA Piracicaba na Voçoroca da Mãe Preta.....	56
Figura 26. Distribuição da Zona de Preservação Ambiental do município de Rio Claro na Voçoroca da Mãe Preta.....	58
Figura 27. Distribuição de atrativos naturais na Voçoroca da Mãe Preta.....	59
Figura 28. Arenitos com estratificação cruzada da Formação Rio Claro (indicadas nas linhas vermelhas diagonais).....	60
Figura 29. A) Registros fósseis da Formação Rio Claro e B) Seção-tipo.....	61
Figura 30. Leteritas da Formação Rio Claro na Voçoroca da Mãe Preta.....	62
Figura 31. Afluentes do córrego Mãe Preta na Voçoroca da Mãe Preta (A e B) e represamentos (C e D).....	63
Figura 32. Vista geral da distribuição de fisionomias de Cerrado na Voçoroca da Mãe Preta. A) Campo úmido; B) <i>Sensu strictu</i> ; C) FES; D) Cerradão.....	65
Figura 33. Mirantes da Voçoroca da Mãe Preta. A) Mirante do Espigão e B) Mirante da Whirpool.....	66
Figura 34. Foto da Cervejaria Mãe Preta entre as décadas de 1940 e 70.....	67
Figura 35. Ameaças ao patrimônio natural da Voçoroca da Mãe Preta. A) Invasões; B) Pastagem; C) Pisoteamento por animais de grande porte; D) Descarte de lixo e entulho.....	68
Figura 36. Sobreposição de critérios político-administrativos e fisiográficos para a definição do limite administrativo das UC de Proteção Integral.....	72
Figura 37. Proposta de Parque Natural Municipal Voçoroca da Mãe Preta.....	74
Figura 38. Situação fundiária atual da proposta de PNM Voçoroca da Mãe Preta.....	75
Figura 39. Proposta de Monumento Natural Voçoroca da Mãe Preta.....	78
Figura 40. Proposta de Reserva Particular do Patrimônio Natural Voçoroca da Mãe Preta.....	80
Figura 41. Trilha Geointerpretativa da Voçoroca da Mãe Preta.....	84
Figura 42. Painel “Aquífero Rio Claro: águas que as rochas guardam”.....	85

Figura 43. Painel “Formação Rio Claro: rochas que as águas formaram”	86
Figura 44. Painel “O Cerrado da Voçoroca da Mãe Preta”	87
Figura 45. Painel “Voçoroca da Mãe Preta: a origem”	89
Figura 46. Imagem do modelo 3D da microbacia do córrego Mãe Preta.....	89
Figura 47. Exemplos de passadiços de madeira. A, B e C) Passadiços do Parque Natural Municipal do Basalto em Araraquara (SP); D) Passadiços da Trilha da Natureza, na UFSCar em São Carlos (SP).....	90
Figura 48. Exemplo de conservação <i>in situ</i> : A) Geossítio Sambaqui da Beirada (Saquarema/RJ) e B) Fóssil coberto por uma tenda de vidro no Parque Sigri, Geoparque Lesvos (Grécia).....	91
Figura 49. Projeto Paisagístico da Voçoroca da Mãe Preta.....	92
Figura 50. Pôster de divulgação da Voçoroca da Mãe Preta.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Banco de dados cartográficos.....	35
Quadro 2. Quantificação da Voçoroca da Mãe Preta no Inventário do Geoparque Corumbataí.....	36
Quadro 3. Saídas de campo ao geossítio Voçoroca da Mãe Preta.....	37
Quadro 4. Síntese de materiais consultados para as estratégias de gestão.....	39
Quadro 5. Aspectos relevantes para escolha e classificação dos percursos pedestres.....	40
Quadro 6. Unidades de Conservação e outras Áreas Protegidas no território do Geoparque Corumbataí.....	44
Quadro 7. Atrativos naturais e culturais da Voçoroca da Mãe Preta.....	59
Quadro 8. Check-list de verificação de atributos contemplados pela Voçoroca da Mãe Preta para criação de UC.....	70
Quadro 9. Síntese das propostas de UC para a Voçoroca da Mãe Preta.....	71
Quadro 10. Atrativos de interesse educativo da Voçoroca da Mãe Preta.....	83
Quadro 11. Ficha resumo da Trilha Geointerpretativa da Voçoroca da Mãe Preta.....	83
Quadro 12. Atores e parceiros potenciais.....	97
Quadro 13. ODS diretamente envolvidos na criação de uma área protegida na Voçoroca da Mãe Preta.....	98

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA - Área de Proteção Ambiental

APP - Área de Preservação Permanente

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Urbanismo

FEENA - Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade

FF - Fundação Florestal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IGC - Instituto Geológico e Cartográfico do Estado de São Paulo

IPA - Instituto de Pesquisas Ambientais do Estado de São Paulo

MoNa - Monumento Natural

MZRA - Macrozona de Restrição Ambiental

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

PAM - Parque Natural Municipal

PCJ - Piracicaba-Capivari-Jundiaí

PNM - Parque Natural Municipal

RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural

SEPLADEMA - Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente de Rio Claro

SGB - Serviço Geológico do Brasil

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SP - São Paulo

UC - Unidade de Conservação

IUCN - *International Union for Conservation Nature*

UGRHI - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNESP - Universidade Estadual Paulista

URP - Unidade Regional de Planejamento

VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado

ZPA - Zona de Preservação Ambiental

ZVS - Zona da Vida Silvestre

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	19
1.1.1 Geral	19
1.1.2 Específicos	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 Geodiversidade e Geoconservação.....	20
2.2 Geopatrimônio e Áreas Protegidas (AP).....	23
2.3 Valorização de geossítios com potencial de uso educativo	25
2.4 Recuperação de áreas degradadas e uso público	27
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1 Pesquisa bibliográfica e documental	34
3.2 Pesquisa de campo.....	36
3.3 Elaboração das estratégias de geoconservação	37
3.3.1 Estratégias de Gestão	38
3.3.2 Estratégias de Valorização	40
3.3.3 Estratégias de Divulgação	40
4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TERRITÓRIO.....	41
4.1 Projeto Geoparque Corumbataí.....	41
4.2 Unidades de Conservação	43
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	45
5.1 Localização da Voçoroca da Mãe Preta	45
5.2 Acesso viário	46
5.3 Geologia: seção-tipo da Formação Rio Claro	46
5.4 Hidrografia.....	48
5.5 Fauna e Flora.....	49
5.6 Histórico de uso e ocupação do solo	50
5.7 Situação fundiária.....	53
5.8 Instrumentos de proteção legal	54
6 INVENTÁRIO DE ATRATIVOS DA VOÇOROCA DA MÃE PRETA.....	58
6.1 Descrição dos atrativos	60
6.1.1 Arenitos com estratificação cruzada	60
6.1.2 Fósseis.....	60
6.1.3 Lateritas	61
6.1.4 Aquífero Rio Claro	62

6.1.5 Córrego Mãe Preta	63
6.1.7 Fisionomias de Cerrado	64
6.1.8 Mirantes	65
6.1.9 Nome Mãe Preta.....	66
6.2 Riscos de degradação.....	67
7 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO	68
7.1 Estratégias de gestão.....	69
7.1.1 Parque Natural Municipal (PNM).....	72
7.1.2 Monumento Natural (MoNa)	77
7.1.3 Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	78
7.2 Estratégias de Valorização	82
7.2.1 Trilha e materiais Geointerpretativos da Voçoroca da Mãe Preta.....	82
7.2.2 Estruturas de conservação da Trilha Geointerpretativa	90
7.2.3 Projeto Paisagístico	92
7.3 Estratégias de Divulgação	93
7.3.1 Divulgação em eventos, palestras e entrevistas.....	93
7.3.2 Público-alvo e parceiros.....	95
8 GEOCONSERVAÇÃO DA VOÇOROCA DA MÃE PRETA E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	97
REFERÊNCIAS	102
APÊNDICE I	111

1 INTRODUÇÃO

Desde o final da década de 1990 o movimento técnico-científico pela conservação da natureza tem buscado incorporar uma nova abordagem de análise sobre a gestão dos ecossistemas naturais: a geodiversidade. Nesse caminho, ainda existe o desafio de aplicação de políticas e instrumentos robustos para a identificação, quantificação, valorização, gestão e divulgação da geodiversidade, o que contribui para o avanço de um novo ramo das geociências denominado geoconservação.

A geodiversidade é definida por Sharples (2002) como a diversidade de rochas, formas de relevo, solos e processos associados. Ela é a base que sustenta toda a rede complexa de ecossistemas e suas interações bióticas e abióticas que permitem uma abordagem holística sobre a conservação da natureza (Gray, 2005). Por outro lado, além de sua relevância ecológica, a geodiversidade também possui também valores culturais, estéticos, econômicos, funcionais, científicos e educativos que estão diretamente relacionados com a qualidade de vida humana (Gray, 2004; 2013).

Diante da vasta distribuição dos elementos da geodiversidade por todo o planeta, é necessário definir locais prioritários para proteção, denominados geossítios. Brilha (2005), define geossítios como locais de ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade que apresentem valor científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros, e propõe metodologias para quantificar esses diferentes valores e definir estratégias adequadas para o contexto de cada localidade. Já em 2015 (Brilha, 2015), o autor apresenta um novo conceito de geossítios considerando apenas o valor científico destas áreas.

O conjunto de geossítios, por sua vez, é o que define o geopatrimônio, para onde são direcionadas as estratégias de geoconservação (Sharples, 2002; Gray, 2004; Brilha, 2005). Nesse sentido, valorizar essas áreas considerando não só o seu potencial científico, mas sim a sua importância nos diversos setores que envolvem uma cadeia de atividades com uso direto e indireto do geopatrimônio, parece ser uma saída mais adequada para a definição de estratégias mais amplas de gestão e conservação.

No contexto dos Geoparques Mundiais, por exemplo, instrumento que pressupõem o envolvimento direto com a sociedade em um objetivo comum de

conservação e desenvolvimento sustentável do território, a valorização de geossítios de uso educativo e turístico é fundamental para o desenvolvimento de atividades e popularização da geoconservação. Por envolver uma abordagem multi e interdisciplinar, os geoparques são um laboratório teórico-prático para a educação e sensibilização em geociências que permite ampliar os horizontes de atuação dentro das estratégias de ensino (Fleig, 2022).

Por outro lado, os geossítios, de maneira geral, podem ocorrer em locais diversos, em ambientes naturais, antropizados, ou mesmo serem oriundos de atividades antrópicas, como aponta Boggiani (2010), como, por exemplo, exposições e afloramentos que surgem a partir de cortes de estrada, lavras de mineração ou, ainda, em processos erosivos como é o caso da Voçoroca da Mãe Preta, geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí, localizada na zona periurbana de Rio Claro, interior do estado de São Paulo.

A Voçoroca da Mãe Preta foi classificada por Zaine (1994) como seção-tipo da Formação Rio Claro, (Cenozoico), uma unidade estratigráfica sedimentar que tem seu processo deposicional associado à evolução geomorfológica da Depressão Periférica Paulista e que tem ocorrência quase restrita ao município de Rio Claro (Bjöernberg e Landim, 1964; Zaine, 1994; Zaine, 2000; Perinotto *et al.*, 2006). Em 2019, Kolya (2019) classificou a Voçoroca da Mãe Preta como um geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí de alto valor científico e educativo com alto risco de degradação.

Apesar de a Voçoroca da Mãe Preta estar inserida no Projeto Geoparque Corumbataí, os geoparques não são uma figura de proteção legal e não podem garantir a gestão efetiva de seus geossítios se não por meio da articulação de políticas e instrumentos disponíveis no território. Neste caso, a Voçoroca da Mãe Preta é contemplada por três legislações distintas, nas esferas municipal (Rio Claro, 2024), estadual (São Paulo, 1991) e federal (Brasil, 2012), mas que têm surtido pouco efeito sobre a recuperação e conservação do local patrimônio natural.

As seções-tipo são uma ferramenta importante das geociências. Essas áreas se comportam como uma referência sobre unidade geológica que representam, permitindo avanços no mapeamento e na compreensão do território. Para a *International Union for Conservation Nature (IUCN)*, as seções-tipo são áreas muito importantes para a compreensão da geologia local e para o avanço das geociências

e para as quais há um interesse especial para a proteção (Crofts *et al.*, 2022). A *IUCN* tem incorporado uma série de diretrizes para incorporar a geoconservação na gestão de Áreas Protegidas (AP) no mundo.

No Brasil, o instrumento de aplicação dos conceitos da *IUCN* é o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SCNU) (Brasil, 2000), que estabelece doze categorias de Unidades de Conservação (UC) distribuídas em dois grupos de proteção: Proteção Integral e de Uso Sustentável, permitindo sua de forma mais flexível em relação às diferentes feições do patrimônio natural.

Assim, a problemática dessa pesquisa encontra-se fundamentada nas seguintes questões: i) na ausência de mecanismos de proteção do geopatrimônio em ambientes degradados e/ou antropizados; ii) na pouca eficácia das políticas de ordenamento territorial existentes em Rio Claro para a recuperação da Voçoroca da Mãe Preta e iii) na importância de orientar a gestão deste geossítio a partir do reconhecimento de seu valor educativo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Propor estratégias de gestão, valorização e divulgação da Voçoroca da Mãe Preta com base no Sistema Nacional de Unidades de Conservação considerando o potencial do geossítio como área de uso educativo sobre geociências no município de Rio Claro.

1.1.2 Específicos

- a) Realizar a caracterização da Voçoroca da Mãe Preta e seu entorno visando contextualizar o território nos aspectos ambientais, sociais, políticos e fundiários;
- b) Identificar potenciais categorias de UC aplicáveis ao contexto da Voçoroca da Mãe Preta;
- c) Elaborar materiais interpretativos visando valorizar e divulgar a geodiversidade e a biodiversidade da Voçoroca da Mãe Preta.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Geodiversidade e Geoconservação

A Declaração Internacional dos Direitos de Memória da Terra em 1991 (Declaração de Digne) marca um importante divisor de águas na história dos movimentos conservacionistas: pela primeira vez, na França, durante o Primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, reconhecia-se pública e internacionalmente a importância de proteger e conservar aspectos do meio físico.

O termo geodiversidade foi, então, publicado pela primeira vez por Sharples (1993), na Tasmânia para definir a variedade de rochas, fósseis, formas de relevo, solos, sistemas hidrológicos e processos associados. Acompanhado de princípios e conceitos básicos, o autor apresentou, pela primeira vez, metodologias para a identificação e classificação de feições representativas da geodiversidade, prioritárias para a conservação.

Desde então, as políticas de conservação da natureza têm buscado incorporar a geodiversidade como componente indispensável da gestão do território nas tomadas de decisão. A geodiversidade passou a motivar a criação de grupos de trabalho e instituições específicas sobre a temática, como a *International Association for the Conservation of Geological Heritage (ProGEO)*, a *International Commission on Geoheritage (USGS)*, a Associação Brasileira de Defesa do Patrimônio Geológico e Meineiro, entre outras, chegando mesmo ser incorporada nas Diretrizes para Criação de Áreas Protegidas da *IUCN* em 2008 (Crofts *et al.*, 2022).

Em 2024, a geoconservação, assim definida por diversos autores (Sharples, 2002; Gray, 2004; Brilha, 2005; Brilha, 2015) está consolidada como um ramo aplicado das geociências que tem como foco a proteção do geopatrimônio e dos processos naturais a ele associados. Isso envolve uma série de serviços e funções da geodiversidade que têm influência direta na qualidade de vida das populações humanas e no equilíbrio dos ecossistemas naturais. Gray (2013; 2018) os define como Serviços Geossistêmicos, que nada mais são do que os Serviços Ecossistêmicos (SE) (TEEB, 2010) desempenhados pela geodiversidade, definidos em 5 categorias: suporte, regulação, provisão, culturais e de conhecimento.

Reconhecer a importância da geodiversidade como a base para o sustento da vida contribui para o direcionamento das medidas de proteção destes elementos. A

geoconservação busca inventariar, quantificar e definir estratégias de valorização, divulgação, gestão e monitoramento do geopatrimônio. No Brasil, essa temática tem sido muito encampada principalmente pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), que tem orientado projetos e programas de geoconservação no país desde 2006.

O mecanismo mais estratégico para a gestão do geopatrimônio são os Geoparques Mundiais da UNESCO. Definidos como áreas singulares e unificadas geograficamente, onde sítios e paisagens de significativo valor internacional são geridos por um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável (GGN, 2012), os geoparques proporcionam o conhecimento geológico de uma região de forma contextualizada e integrada com a sociedade.

A criação de geoparques teve início na Europa, no final da década de 1980, carregando a filosofia de proteção do patrimônio natural registrado nas rochas e paisagens (Schobbenhaus, 2012). Em 2000, é oficializada a Rede Europeia de Geoparques (REG); mais tarde, em 2000, é criada a Rede Chinesa de Geoparques. Juntas, com o apoio da UNESCO na integralização das iniciativas, é criado o Programa Geoparques Mundiais UNESCO, oficializado em 2015 (Brilha, 2012).

De acordo com a GGN (2012), os geoparques são “áreas únicas e unificadas, onde sítios e paisagens de significância geológica internacional são geridos com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável.” Até o ano de 2024, já se consolidam as Rede Ásia - Pacífico de Geoparques (2007); a Rede de Geoparques da América Latina e Caribe (2017), reunindo geoparques do Brasil, México e Uruguai; e a Rede de Geoparques da África (2019) (Schobbenhaus, 2012). Em 2024, a Global Geoparks Networking (GGN) alcança 213 geoparques em 48 países.

No Brasil, até 2020 haviam sido identificados 31 projetos de geoparques, 4 geoparques aspirantes e 1 único Geoparque Mundial UNESCO, no caso, o Geoparque Araripe, no Ceará, também o primeiro das Américas (Nascimento *et al.*, 2020). Dos aspirantes em 2020, todos integram a GGN atualmente em 2024, sendo eles: Seridó e Cânions do Sul (2022), Caçapava e Quarta Colônia (2023). Em 2023, o Brasil ganha um novo aspirante: Geoparque Uberaba, também oficializado como Geoparque Mundial em 2024. Dessa forma, totalizam-se 6 Geoparques Mundiais UNESCO em território nacional (figura 1).

Figura 1. Projetos, aspirantes e Geoparques Mundiais da UNESCO no Brasil



Fonte: Costa e Nascimento (2024)

Os Geoparques Mundiais são grandes propulsores de iniciativas que visam o desenvolvimento regional sustentável como a geração de emprego e renda, redução das desigualdades, educação de qualidade e estabelecimento de infraestruturas sustentáveis no território (Rosado-González *et al.*, 2020), contribuindo de diferentes formas para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

O conceito de Geoparques no Brasil, apesar das quatro décadas de difusão, não é de fácil compreensão, pois não se trata de uma nova legislação ou Unidade de Conservação (Brilha, 2012). Também não possui limites territoriais físicos que sinalizem a sua presença. A essência do reconhecimento, da popularização e da valorização de um geoparque em um território está na sua capacidade de permear pela sociedade e despertar o interesse, a curiosidade e a atenção para a sua proposta, apresentando seus benefícios para a comunidade e para a conservação da natureza.

É também neste sentido que se fundamentam as estratégias de proteção de geossítios, que serão a porta de entrada para os geoparques e para o próprio território. É a partir deles que se pode trabalhar conteúdos educativos, promover pesquisas científicas, turísticas e de lazer, esportes, atividades gastronômicas e

religiosas, promovendo a valorização do ambiente, da cultura e da economia das comunidades. Dessa forma, por não garantir a proteção legal dos seus geossítios, os geoparques devem estar fortemente interligados com os aspectos legais de seu território.

2.2 Geopatrimônio e Áreas Protegidas (AP)

A Convenção da Diversidade Biológica (Brasil, 1994, Art. 2), define AP como uma área geográfica definida, que é designada ou regulamentada, e gerida para atingir objetivos específicos de conservação. Mundialmente, o histórico de criação de Áreas Protegidas possui relação direta com a geodiversidade. Por exemplo, do Parque Nacional de Yellowstone, primeira AP criada no mundo com o objetivo de proteger feições geológicas e geomorfológicas do local (EUA, 1872).

Antes ainda, em 1836, a Alemanha já havia estabelecido a primeira reserva geológica natural em Siebengebirge e na Escócia, em 1880, foram criados os primeiros sítios geológicos protegidos (Gray, 2004). A integração de uma rede de proteção das diversas AP europeias foi o que deu início à Rede Europeia de Geoparques (Ministério do Turismo, 2021).

A *IUCN*, entidade que orienta a gestão das AP no mundo, tem sido protagonista na incorporação da geoconservação em Áreas Protegidas. As resoluções 4.040/2008 (*IUCN*, 2008) e 5.048/2012 apresentam a geodiversidade como parte da diversidade natural e o geopatrimônio como parte do patrimônio natural; a resolução 6.083/2016 (*IUCN*, 2016), por sua vez, promove iniciativas de conservação e uso sustentável do geopatrimônio móvel, como fósseis e meteoritos (Crofts *et al.*, 2022). A *IUCN* define as Áreas Protegidas como

[...] um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, com objetivo específico e manejado através de meios eficazes, sejam jurídicos ou de outra natureza, para alcançar a conservação da natureza no longo prazo, com serviços ecossistêmicos e valores culturais associados (Dudley, 2008).

No Brasil, o histórico de desenvolvimento das políticas de conservação da natureza tem sua base fundamentada na prioridade de proteção da biodiversidade, movimento fortalecido pela Convenção da Diversidade Biológica (Brasil, 1998) assinada na Eco-92. Apesar de contemplar o meio físico como parte do

ecossistema, poucos foram os instrumentos voltados para a gestão do geopatrimônio que derivaram deste movimento.

Higa (2019) observa que as políticas brasileiras que envolvem a proteção direta do geopatrimônio não são aplicáveis para a maioria dos geossítios do território, pois se tratam de instrumentos muito restritos a casos específicos, como a é a proteção de fósseis pelo Decreto 4.146/1942 (Brasil, 1942) ou de cavidades naturais pelo Decreto 10.935/2022 (Brasil, 2022). Ainda nesse sentido, uma das políticas pioneiras a envolver a proteção da geodiversidade foi o Decreto 25/1937, que dispõe sobre a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional, contemplando também paisagens naturais de grande beleza cênica (Brasil, 1937).

Garcia *et al.* (2019) observam que, nas Áreas Protegidas, onde o foco é conservação dos ecossistemas, a incorporação da geodiversidade é importante para a construção de políticas mais amplas de conservação da natureza. As AP brasileiras são definidas pelo SNUC como Unidades de Conservação (UC). Fundamentado na *IUCN*, o SNUC as define como

[...] espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (Brasil, 2000, art. 2º).

O SNUC é bastante flexível, pois existem 12 categorias de Unidade de Conservação onde é possível enquadrar diferentes áreas de interesse com objetivos específicos. Além disso, estas categorias são divididas entre as unidades de Uso Sustentável e Proteção Integral, que orientam a gestão de cada grupo. Entretanto, tendo como base a CDB, muitos dos instrumentos disponíveis possuem o foco na conservação da biodiversidade *in situ* (CNUC, 2022).

Mesmo assim, o SNUC traz consigo um histórico de envolvimento dos elementos da geodiversidade, materializada em seu objetivo “VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural”. Couto e Figueiredo (2019) identificaram que os Monumentos Naturais (MoNa) e Parques Nacionais (ParNa) brasileiros são as categorias que mais envolvem a conservação do geopatrimônio. O Parque Nacional do Itatiaia, por exemplo, foi o primeiro do Brasil criado em 1937 (previamente ao

SNUC), onde se destacam as feições geomorfológicas que compõem a Serra da Mantiqueira. Em seguida, o Parque Nacional da Serra dos Órgãos em 1939, também com destaque para a geodiversidade.

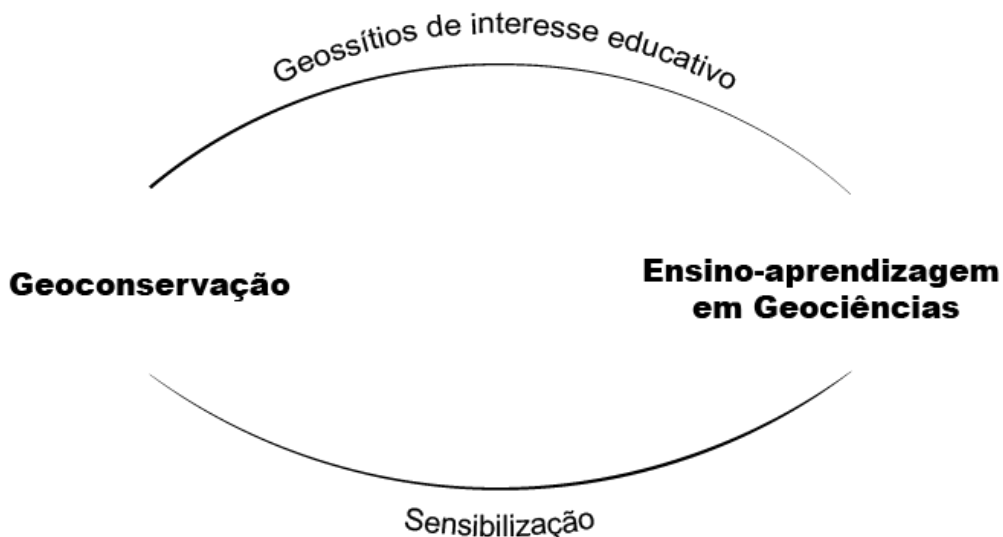
Por outro lado, num contexto geral tanto gestores quanto guias, monitores e usuários das UC possuem pouco preparo para abordagem de conteúdos relacionados ao geopatrimônio (Mendes, 2014), uma vez que este conceito ainda é pouco incorporado nas políticas ambientais. Nesse sentido, é de extrema importância o avanço contínuo da geoconservação nas Áreas Protegidas, principalmente na criação de políticas públicas para a capacitação de gestores e tomadores de decisão, criação e aperfeiçoamento de instrumentos de gestão e estratégias de comunicação.

2.3 Valorização de geossítios com potencial de uso educativo

Como observam Moreira *et al.* (2015), a sociedade brasileira ainda é pouco sensível à importância da geodiversidade, o que dificulta a abordagem de conteúdos dessa temática. O ensino básico em geociências ainda é incipiente no Brasil e, se a popularização científica no geral enfrenta problemas, maiores são os obstáculos para a disseminação e interpretação de conceitos tão abstratos como os que fazem parte das geociências (Mansur, 2009).

Para Brilha *et al.* (2006) a conservação de geossítios de interesse educativo constitui um suporte fundamental para o ensino aprendizagem das geociências, pois a abordagem de temáticas relacionadas com a geoconservação permite sensibilizar a sociedade para a proteção do geopatrimônio, de modo que a geoconservação se torna o meio e a finalidade do processo educativo (figura 2). Além disso, ter geossítios próximos das instituições de ensino facilitam a realização de atividades práticas por grupos diversos.

Figura 2. Esquema: a geoconservação promove o ensino-aprendizagem em geociências, ao mesmo tempo em que aumenta a sensibilização sobre a geoconservação



Fonte: adaptado de Brilha *et al.* (2006)

Despertar o interesse pela geoconservação em pessoas e comunidades requer o entendimento de que cada um possui experiências individuais e coletivas sobre o meio, o que leva a percepções distintas sobre o mesmo território. Esses aspectos devem ser incorporados ao planejamento de atividades educativas, uma vez que não basta apenas traduzir o conhecimento acadêmico para uma linguagem acessível, pois é preciso conectá-lo com a realidade do indivíduo (Canizares, 2021).

Fazer dos geossítios objetos de estudo e locais de ensino é uma potente estratégia de valorização e popularização da geodiversidade no cotidiano. Além de favorecer a aproximação da comunidade com o território, estes locais são também fonte de estímulos diversos ao ar livre que instigam o ser humano à vivência dos processos naturais e sociais que o ambiente oferece (Guimarães e Mariano, 2014).

Corroborando com Lima *et al.* (2024), o aproveitamento do potencial geoeducativo do território faz com que simples feições da geodiversidade se tornem espaços educadores, como cortes de estradas, construções, lavras e processos geomorfológicos. Entretanto, para os locais degradados ou com alta vulnerabilidade de degradação, medidas de recuperação e/ou proteção devem ser priorizadas antes do uso público (Brilha, 2005).

2.4 Recuperação de áreas degradadas e uso público

A recuperação de áreas degradadas tem como objetivo o retorno do espaço alterado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente (Brasil, 1997). No Brasil, essa prática é regulamentada pelo Decreto Federal nº 97.632/1997, por meio do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) que é parte do processo de elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) instituído pela Resolução CONAMA 01/86 (Brasil, 1986).

Cavas de antigas minerações são exemplos mais comuns de recuperação de áreas degradadas com destino ao uso público no Brasil. Na Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, são frutos de antigas áreas mineradas, segundo Bitar (1997), os parques recreativos urbanos: Parque Ecológico do Tietê; Parque Ibirapuera; Parque Cidade de Toronto, em Pirituba; Parque Villalobos; Centro Educacional Esportivo do Butantã e o Parque São Domingos, em São Paulo (figura 3). Cita-se, também, o exemplo da Raia Olímpica da Cidade Universitária da USP (um porto de areia utilizada na construção de todo o Câmpus da Universidade de São Paulo).

Figura 3. Parque Ecológico do Tietê (a); Parque do Ibirapuera (b); Parque Cidade de Toronto (c); Parque Villalobos (d); Centro Educacional e Esportivo do Butantã (e) e Parque São Domingos (f)



Fonte: Click Guarulhos (a); Urbia Parques (b); Pé na Areia (c); Folha Noroeste (d); Marcos Santos (e); Estadão (f)

O Parque Geológico do Varvito, em Itu/SP, é um exemplo da recuperação de lavra para o uso educativo onde a geodiversidade é o tema principal, dando destaque para os ritmitos/varvitos, rochas originadas por influência glacial que ocorrem no município. Além do seu potencial científico, turístico e educativo, o parque é, também, um espaço de esporte e lazer para a comunidade. Há quase 30 anos, atrai, anualmente, cientistas, turistas e pesquisadores (figura 4).

Figura 4. Realização de atividade educativa no Parque Geológico do Varvito, Itu/SP



Fonte: Alexandre Perinotto/Grupo PET-Geologia/Unesp

O Parque Natural Municipal do Basalto, em Araraquara/SP, é uma referência da potencialidade dos projetos de restauração de áreas degradadas que podem levar à reconstituição de ambientes naturais equilibrados e passíveis de proteção institucional. Após o encerramento das atividades, em 1960, o local se tornou área de descarte de lixo a céu aberto. Sua recuperação foi idealizada em 1998 (Cunha, 2009), quando se constituiu o Parque Ecológico do Basalto. Em 2018, a administração do Parque, antes de responsabilidade do Centro Universitário de Araraquara (UNIARA) foi transferida para a Prefeitura Municipal. Em 2020, finalmente, a área foi enquadrada no SNUC (figura 5).

Figura 5. Passadiços do Parque Natural Municipal do Basalto em Araraquara/SP



Fonte: autora

Voçorocas são o estágio mais avançado do processo erosivo, atingindo o lençol freático. Podem ter ocorrência natural ou, como na maioria dos casos, ser provocadas por atividades antrópicas. No Brasil, a recuperação de voçorocas não é orientada por legislação específica, mas materiais técnicos produzidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) incluem o isolamento da área, disciplinamento das águas pluviais, estabilização e contenção de taludes e recuperação da vegetação nativa (Chaves *et al.*, 2012; Ferreira, 2015). Muitas vezes, entretanto, as voçorocas são submetidas ao aterramento.

A qualificação de voçorocas para o uso público, apesar de não ser tão comum quanto o uso de áreas mineradas, também é uma alternativa de uso do solo em áreas urbanas atingidas por fenômenos erosivos desse porte. O Parque Ecológico “João Domingos Coelho” ou Parque do Buracão, em Assis/SP, é um exemplo desses casos onde uma voçoroca de, aproximadamente, 09 hectares foi recuperada na década de 1970 e transformada em parque urbano (figura 6).

Figura 6. “Buracão” na década de 1970 (a) e atual Parque do Buracão (b) em Assis/SP



Fonte: Memória fotográfica assisense (a) e Turismo da Gente (b)

Em São Carlos/SP, a recuperação de uma voçoroca na cabeceira do córrego do Medeiros deu origem ao Parque do Bicão (Toyama *et al.*, 2018). O nome é uma referência à nascente que aflorava na voçoroca, utilizada pela comunidade para consumo. Desde o projeto de recuperação, a área teve diversos usos, inclusive como piscina pública. Atualmente, é um dos principais parques da cidade e conta com uma Associação de Moradores ativa dedicada à sua proteção e manutenção, além de ser palco de muitas atividades de educação ambiental (figura 7).

Figura 7. Início das obras para recuperação do processo erosivo (a) e atual Parque do Bicão (b) em São Carlos/SP



Fonte: Toyama *et al.* (2018) (a) e Jornal São Carlos em Rede (b)

Em Santa Rita do Passa Quatro/SP, tem-se o exemplo do Deserto do Alemão uma voçoroca localizada em área periurbana que é um grande atrativo turístico do município, destacando-se atividades de *off-road* e de lazer aquático (figura 8). Em

2014, a Secretaria de Turismo do Estado de São Paulo aprovou um projeto para a requalificação do espaço e, em 2024, a prefeitura municipal realizou a reforma das infraestruturas de uso público.

Figura 8. Deserto do Alemão em Santa Rita do Passa Quatro/SP



Fonte: Departamento de Turismo de Santa Rita do Passa Quatro

Por fim, também como exemplo de como feições diversas da geodiversidade possuem valor educativo, vale destacar o Geossítio Mundial do Patrimônio Geológico *Vajon Landslide* (figura 9), na Itália, que se trata de uma cicatriz de deslizamento de terra reconhecida internacionalmente pela comunidade científica por sua importância como representante de processos geológicos e geomorfológicos ativos que, à época do deslizamento, foi um grande desastre local (IUGS, 2022).

Figura 9. Geossítio do Patrimônio Mundial *Vajon Landslide*, na Itália



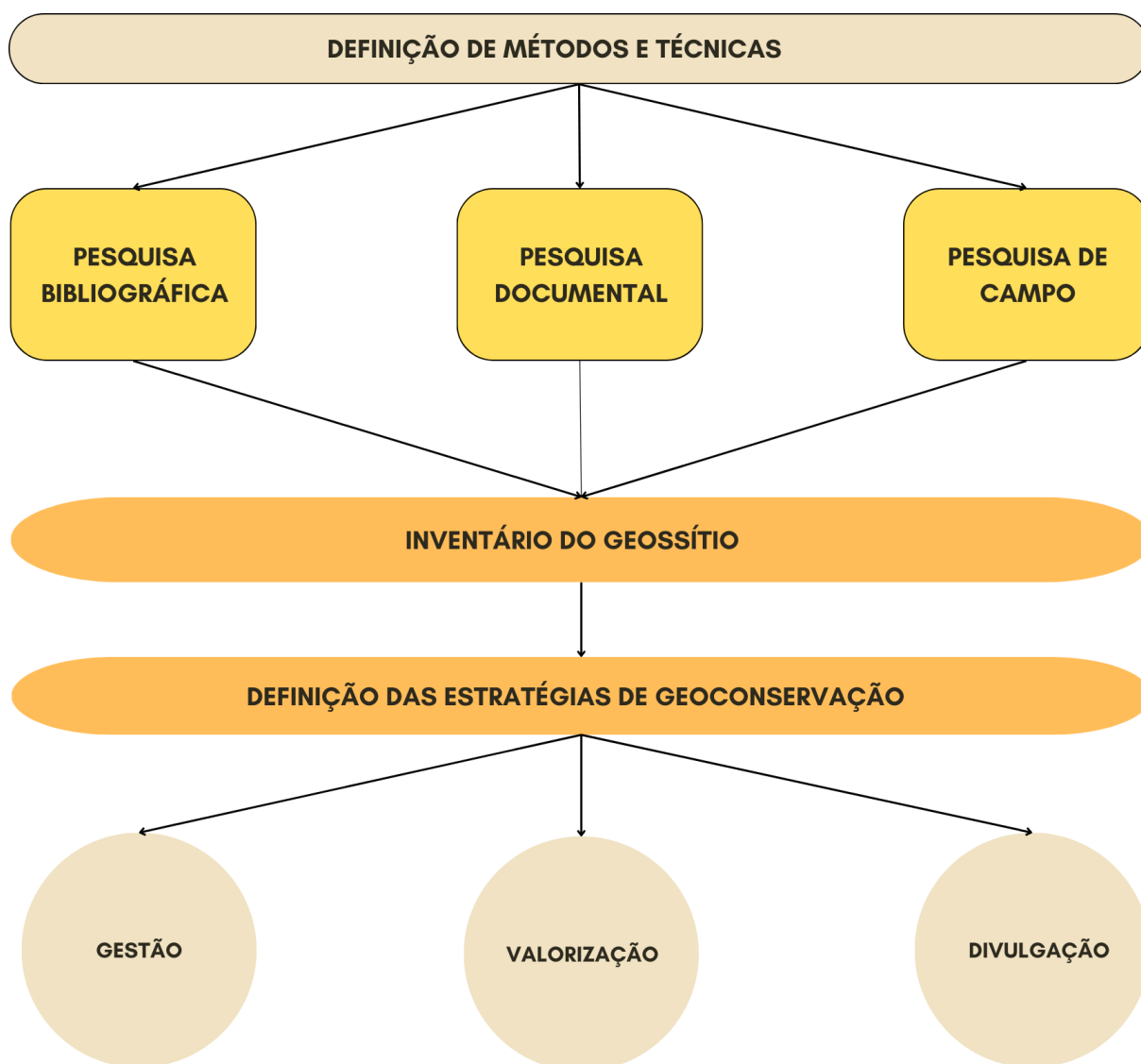
Fonte: IUGS.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se trata de um estudo qualitativo sobre o geossítio Voçoroca da Mãe Preta desenvolvido com base no método da pesquisa-ação, definido por Gil (2002). As etapas envolveram a definição das técnicas de pesquisa, pesquisas bibliográficas, documentais e de campo, caracterização da área de estudo, levantamento de atrativos e definição das estratégias de geoconservação (figura 9).

O projeto de pesquisa também foi submetido e aprovado no sistema SIGAM-CAdGP - processo 000000010356 / 2023 / Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do estado de São Paulo e conta com a participação de um pesquisador do Núcleo de Conservação da Biodiversidade. Neste processo de análise foi considerada a anuência de pesquisa pela gestão da Área de Proteção Ambiental (APA) Piracicaba-Juqueri-Mirim (área I).

Figura 10. Fluxograma de pesquisa



Fonte: autora

3.1 Pesquisa bibliográfica e documental

A pesquisa bibliográfica se baseou na busca de materiais em repositórios institucionais da Unesp, UFSCar e Unicamp, nos portais de periódicos da CAPES e *Elsevier* e em outros canais de divulgação científica, como o *Google Scholar* e *Research Gate*. A figura 10 representa as principais palavras-chave e termos de pesquisa utilizados na pesquisa bibliográfica nos idiomas português e inglês.

A word cloud visualization of terms related to Geoconservation in Brazil. The words are arranged in a circular pattern, with varying sizes and colors. The most prominent words, shown in larger fonts, include 'geoconservação', 'geodiversidade', 'geoparks', 'geosites', 'geoparques', 'geopatrimônio', 'geodiversidade', 'geoparques', 'geopatrimônio', 'geodiversidade', 'geoparques', 'geopatrimônio'. Other visible words include 'monumentos naturais', 'unidades de conservação', 'protected areas', 'geodiversidade', 'reserva particular', 'geodiversidade', 'geoparques', 'geopatrimônio', 'geodiversidade', 'geoparques', 'geopatrimônio'. The colors range from blue and green to orange and red.

A pesquisa documental, por sua vez, focou em dados sobre o histórico de ocupação da região do bairro Parque Mãe Preta e a atual situação fundiária da Voçoroca da Mãe Preta. As principais fontes de busca foram o Arquivo Público e Histórico de Rio Claro, bases da Prefeitura Municipal de Rio Claro, dados do Cadastro Ambiental Rural, dados fornecidos pela empresa *Whirlpool Corporation* e conversas informais com antigos moradores de Rio Claro.

Dado	Descrição	Escala	Fonte
Fotografias aéreas	VANT Phantom 4. Altura de vôo: 100 3 bandas. 258 imagens. Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM 23 Sul	1:10.000	UNESP (2019)
Base cartográfica municipal de Rio Claro	Plano Diretor de Rio Claro. Sistema de Coordenadas: WGS 84 Fuso 23 Sul	1:10.000	PMRC (2022)
Base geológica simplificada da bacia do rio Corumbataí	Base geológica simplificada. Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000 UTM 23 Sul	1:200.000	CPRM, 1986; SOUSA, 1997; ZAINÉ, 1994; CEAPLA/UNESP, 2004

35

As fotografias VANT são produto de um voo teste realizado pela Unesp Rio Claro na área da Voçoroca da Mãe Preta em 2019, escala 1:10.000 e estão disponíveis em um banco de dados do *Google Drive* (Hoffmann, 2021). Para este projeto, as imagens foram processadas no *software MetaShape* com apoio da empresa *XMOBOTS*, de São Carlos, no sistema de coordenadas geográficas WGS84 23 Sul, posteriormente convertido para Sirgas 2000 UTM 23 Sul. O ortomosaico gerado foi utilizado para o mapeamento de detalhe do interior da Voçoroca da Mãe Preta, principalmente para identificação de cursos d'água, caracterização da vegetação, dos usos no entorno e para o cruzamento de informações de campo como os conjuntos de trilhas e atrativos do meio físico.

Os dados do município de Rio Claro foram disponibilizados pela Secretaria de Obras e utilizados para caracterização geral da área de estudo, considerando limite municipal, quadras urbanas, rodovias e hidrografia, também convertidos para UTM 23 Sul. Os dados da geologia estão disponíveis na base de dados do projeto Geoparque Corumbataí e o uso principal foi a caracterização regional da área onde se insere a Voçoroca da Mãe Preta

3.2 Pesquisa de campo

O objetivo principal da pesquisa de campo foi caracterizar, de forma qualitativa, o patrimônio geoambiental da Voçoroca da Mãe Preta a partir do seu potencial de uso e dos riscos de degradação apresentados por Kolya (2019) no Inventário do Projeto Geoparque Corumbataí (quadro 2)

Quadro 2. Quantificação da Voçoroca da Mãe Preta no Inventário do Geoparque Corumbataí

Voçoroca da Mãe Preta	
Valor Científico	300 (alto)
Valor Educativo	295 (médio)
Risco de Degradação	355 (alto)
Prioridade de proteção	Prioritária

Fonte: Adaptado de Kolya (2019)

Foram realizadas seis etapas de trabalhos de campo na área de estudo que tiveram como objetivo principal reconhecer o geossítio, mapear atrativos de potencial científico e educativo, identificar possíveis trilhas para compor os roteiros

geointerpretativos, caracterizar as áreas do entorno e identificar as principais ameaças de depredação ao patrimônio geoambiental da Voçoroca da Mãe Preta (quadro 3). Também foi realizada uma visita técnica ao Parque Natural Municipal do Basalto, em companhia do gestor da unidade e de pesquisador do IPA, onde o objetivo foi compreender o processo de criação da UC municipal a partir da recuperação de uma área degradada.

Quadro 3. Saídas de campo ao geossítio Voçoroca da Mãe Preta

Id	Data	Objetivos	Equipe
1	05/09/2022	Caracterização inicial da área	Unesp Rio Claro
2	17/03/2023	Caracterização do espaço com foco no projeto arquitetônico	Unesp Rio Claro, Unesp Bauru e SMADES Rio Claro
3	21/03/2023	Inventário de atrativos do patrimônio natural	Unesp Rio Claro
4	14/07/2023	Caracterização de áreas no entorno da voçoroca	Unesp Rio Claro, Unesp Bauru e SEMADES
5	05/12/2023	Caracterização botânica da voçoroca	Unesp Rio Claro, IPA e UFSCar
6	19/02/2024	Mapeamento de nascentes	Unesp Rio Claro e IPA

Fonte: autora

3.3 Elaboração das estratégias de geoconservação

As estratégias de geoconservação foram definidas com base na metodologia de Brilha (2005) que apresenta as seguintes etapas:

1. Inventário;
2. Quantificação;
3. Classificação;
4. Conservação;
5. Valorização e Divulgação;
6. Monitoramento.

Estando as etapas de 1 a 3 contempladas em Kolya (2019), a presente pesquisa focou nas etapas seguintes, visando à proposição de estratégias de Gestão (Conservação), Valorização e Divulgação. A etapa de monitoramento

pressupõe a avaliação contínua do geossítio após a implementação das estratégias de geoconservação.

3.3.1 Estratégias de Gestão

As propostas de gestão tiveram como base as Diretrizes para Geoconservação em Áreas Protegidas (Crofts *et al.*, 2022), que prevê as seguintes etapas para a proposição de uma área protegida com foco na geoconservação:

1. Inventário detalhado do geossítio visando à identificação de atrativos com potencial educativo e prioritários para conservação;
2. Apresentação da justificativa e relevância de criação da unidade;
3. Busca por mecanismos legais de proteção que embasem a proposta.

O instrumento técnico a nível nacional utilizado como base foi o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil, 2000) e o Plano Diretor de Rio Claro (Rio Claro, 2024), somado à demais legislações, manuais técnicos, roteiros e materiais de referência como Planos de Manejo de UCs implantadas na região (quadro 4). A definição das categorias de UC aplicáveis à Voçoroca da Mãe Preta se deu a partir do estudo a partir do inventário e da caracterização ambiental, social e fundiária do geossítio e seu entorno.

Quadro 4. Síntese de materiais consultados para as estratégias de gestão

Leis
Lei Federal nº 9.985 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. Publicada no D.O.U de 19 de julho de 2000.
Lei Estadual nº 7.438 de 16 de julho de 1991. Declara Área de Proteção Ambiental - APA, regiões que especifica, dando providências correlatas.
Lei Complementar nº 204 de 10 de julho de 2024. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro.
Roteiros Metodológicos
OLIVEIRA, J. C. C. Roteiro para criação de unidades de conservação municipais. Brasília, DF : Ministério do Meio Ambiente, 2010. 68p. : il. ; 26 cm. 2012.
BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Roteiro para criação de unidades de conservação municipais. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Áreas Protegidas - Brasília, DF. MMA, 2019.
ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural. Brasília/DF. 2015.
SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Roteiro Metodológico para Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo. 4ª edição. São Paulo. Novembro de 2022.
CROFTS, R., GORDON, J.E., BRILHA, J., GRAY, M., GUNN, J., LARWOOD, J., SANTUCCI, V. L., TORNEY, D., e WORBOYS, G.L. (2022). Diretrizes para a geoconservação em áreas protegidas. Série Diretrizes para melhores Práticas para Áreas Protegidas N.º 31. Gland, Suíça: IUCN.
Planos de Manejo de Unidades de Conservação
FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2018. Plano de Manejo do Monumento Natural Estadual da Pedra Grande. Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística.
ARARAQUARA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Plano de Manejo da Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Natural do Basalto. Volume I. 2020.

Fonte: autora

3.3.2 Estratégias de Valorização

A partir do inventário e da identificação de potencialidades de cada atrativo do geossítio, aplicou-se a metodologia de Braga (2007) para a definição e caracterização de um roteiro geointerpretativo (quadro 5). Também foram propostas infraestruturas de apoio à conservação e ao uso público, baseadas no Manual de Construção e Manutenção de Trilhas (São Paulo, 2009) e em exemplos consultados na bibliografia nacional e internacional.

Quadro 5. Aspectos relevantes para escolha e classificação dos percursos.

Aspecto	Descrição
Função	De curta distância, geralmente apresentam caráter recreativo e educativo, visando à interpretação do ambiente natural; de longa distância, são mais propícias ao uso recreativo, mas ambas sempre apresentarão as mesmas funções
Forma	a) linear; b) circular ou anel; c) oito; d) anéis contíguos; e) anéis satélites; f) labirinto
Grau de Dificuldade	Alto, Médio e Baixo
Extensão	a) grande rota; b) pequena rota; c) percursos locais; d) percursos urbanos; e) percursos continentais
Recursos de Interpretação Ambiental	Tipos de materiais; guiada ou autoguiada

Fonte: adaptado de Braga (2007)

3.3.3 Estratégias de Divulgação

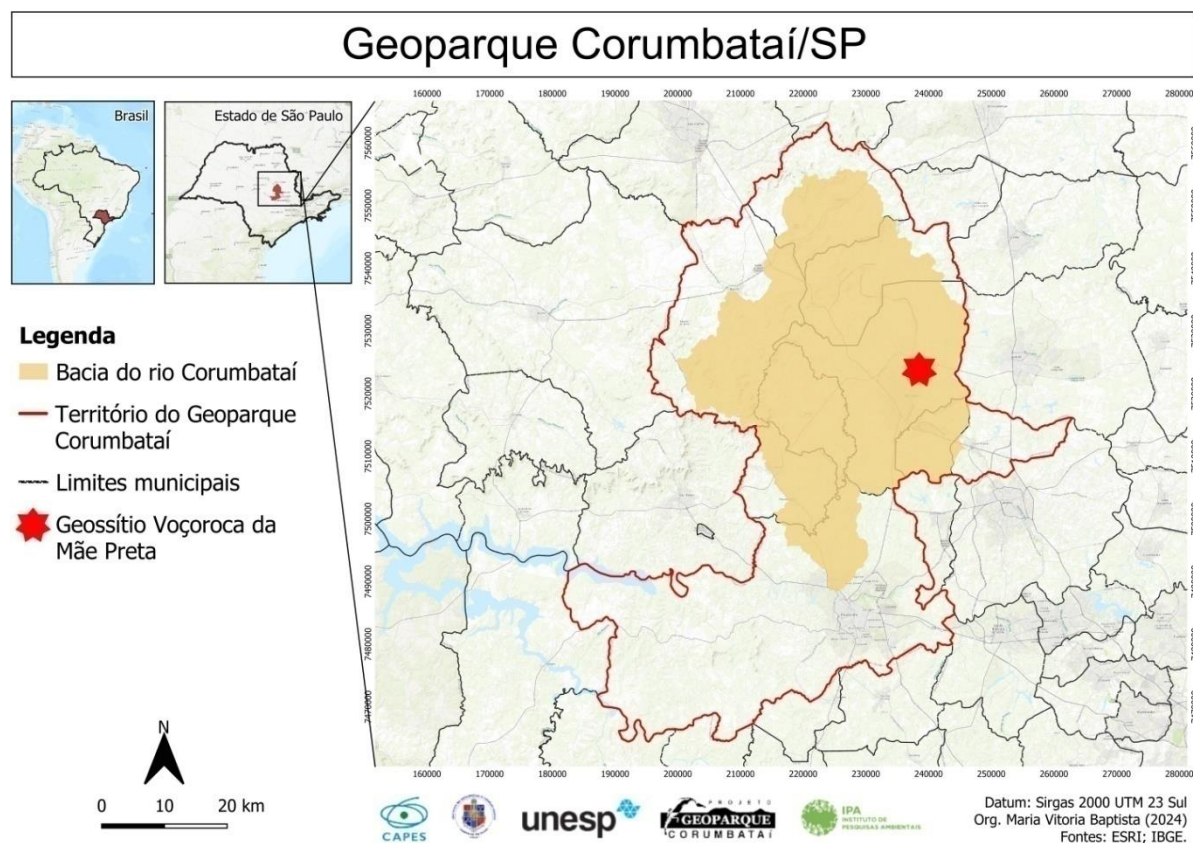
As estratégias de divulgação envolveram a elaboração de materiais interpretativos sobre o patrimônio natural da Voçoroca da Mãe Preta, sobretudo, visando despertar o interesse sobre os elementos da geodiversidade. Foram elaborados 4 Painéis Interpretativos, com os temas (a) Aquífero Rio Claro; (b) Formação Rio Claro; (c) Fitofisionomias de Cerrado e (d) Origem da Voçoroca da Mãe Preta. Também foi elaborado roteiro interpretativo para apoio das atividades de em campo.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

4.1 Projeto Geoparque Corumbataí

A Voçoroca da Mãe Preta faz parte do Projeto Geoparque Corumbataí, localizado na região centro-leste do estado de São Paulo. A região tem como destaque o geopatrimônio da bacia do rio Corumbataí, abrangendo nove municípios que compõem integralmente o território do geoparque, sendo eles: Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro, Santa Gertrudes e Piracicaba (figura 12).

Figura 12. Mapa de localização do Projeto Geoparque Corumbataí

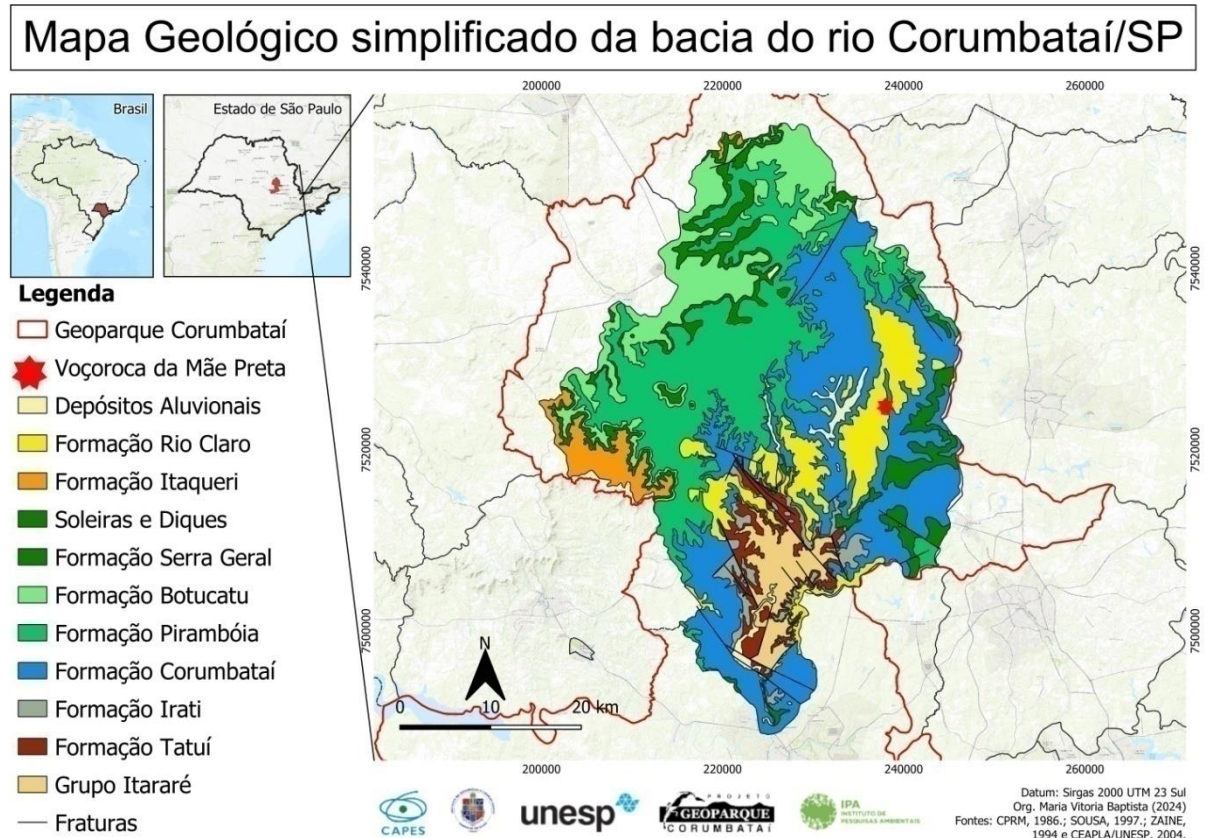


Fonte: autora.

A região pertence à porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná e situa-se entre as províncias geomorfológicas da Depressão Periférica e o Planalto Ocidental Paulista, com destaque para a linha de Cuestas Basálticas que delimita estes dois compartimentos de relevo (Ab'Saber, 1969; Almeida, 2018). A geologia da bacia do rio Corumbataí (CPRM; 1986; Sousa, 1997; Zaine, 1994; CEAPLA/UNESP, 2004) é composta pela ocorrência de unidades do Paleozoico (Grupo Itararé,

formações Tatuí, Irati e Corumbataí), do Mesozoico (formações Piramboia e Serra Geral) e do Cenozoico (Formação Rio Claro e depósitos colúvio-aluvionares recentes) (figura 13). Nesta sucessão estratigráfica estão presentes registros de ambientes glaciais, marinhos, pantanosos, de grandes desertos de areia e de derramamentos de lava (figura 14).

Figura 13. Mapa Geológico simplificado da bacia do rio Corumbataí/SP



Fonte: autora.

Figura 14. Coluna estratigráfica esquemática (sem relação espacial) das unidades geológicas da Bacia Sedimentar do Paraná na bacia hidrográfica do rio Corumbataí

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO									
ERA	PERÍODOS	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	Espes. Média (Metros)	DESCRIÇÃO SUCINTA	AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO		
CENO-ZOICA	QUATERNÁRIO		RIO CLARO		30	ARENITOS POUCO CONSOLIDADOS COM LENTES DE ARGILAS E NÍVEIS CONGLOMERÁTICOS NA BASE (Arenitos = reservatório de água subterrânea em poços rasos da região de Rio Claro)	CONTINENTAL: PLANÍCIE ALUVIAL E LACUSTRES. COLUVIÕES		
	TERCIÁRIO								
MESOZOICA	CRETÁCEO	BAURU	MARÍLIA ADAMANTINA		50	ARENITOS COM MATRIZ ARGILOSA OU CIMENTO CALCÍFERO, SILTITOS	CONTINENTAL: PLANÍCIE ALUVIAL E LACUSTRE		
		SÃO BENTO	SERRA GERAL		100	DERRAMES DE BASALTOS COM LENTES DE ARENITO NA BASE. DIQUES E SOLEIRAS DE DIABÁSIO (Basalto e diabásio = matéria-prima para brita - pavimentação e construção civil - na região de Rio Claro)	MAGMATISMO FISSURAL		
			BOTUCATU		100	ARENITOS BEM SELECIONADOS COM GRÃOS BEM ARREDONDADOS E BEM ESFÉRICOS, POUCA ARGILA	CONTINENTAL DESÉRTICO		
			PIRAMBÓIA		100	ARENITOS COM GRÃOS ARREDONDADOS E ESFÉRICOS, DIVERSOS NÍVEIS DE LAMITOS	CONTINENTAL: FLUVIAL E DESÉRTICO		
		TRIÁSSICO							
PALEOZOICA	PERMIANO	PASSA DOIS	CORUMBATAI		100	SILTITOS CONTENDO LENTES DE ARENITOS FINOS ARGILITOS, SILTITOS, ARENITOS FINOS, NÍVEIS DE CALCÁRIOS DOLOMITICOS E COQUINAS (Argilitos = matéria-prima para a indústria cerâmica da região de Rio Claro)	CONTINENTAL: LACUSTRE MISTO:PLANÍCIE DE MARÉ		
			IRATI		40	SILTITOS, FOLHELHOS PIROBETUMINOSOS, CALCÁRIOS DOLOMITICOS (pedreiras de calcário na região de Assistência e Ipeúna)	MISTO:LAGUNA/PLATAFORMA		
			PALERMO		50 (Tatuí)	SILTITOS E SILTITOS ARENOSOS	MISTO:PLANÍCIE COSTEIRA/PLATAFORMA		
		TUBARÃO	RIO BONITO		20 (Pat+RB)	ARENITOS E SILTITOS COM INTERCALAÇÕES DE DELGADAS CAMADAS DE CARVÃO	CONTINENTAL: FLUVIAL / COSTEIRO MISTO:DELTAICO/MARINHO RASO		
			ITARARÉ		900	ARENITOS, SILTITOS, VARVITOS E DIAMICTITOS (ALGUNS VERDADEIROS TILITOS) (Arenitos = reservatórios de água subterrânea em poços profundos da região)	CONTINENTAL: GLACIAL FLUVIAL LACUSTRE		
			AQUIDAUANA				MISTO MARINHO (GLÁCIO-MARINHO)		
		CARBONÍFERO							
		Pré-Cambriano			EMBASAMENTO			GRANITOS, MIGMATITOS, GNAISSES, XISTOS, QUARTZITOS	

Perinotto (2008), com base em Soares & Landim (1975)

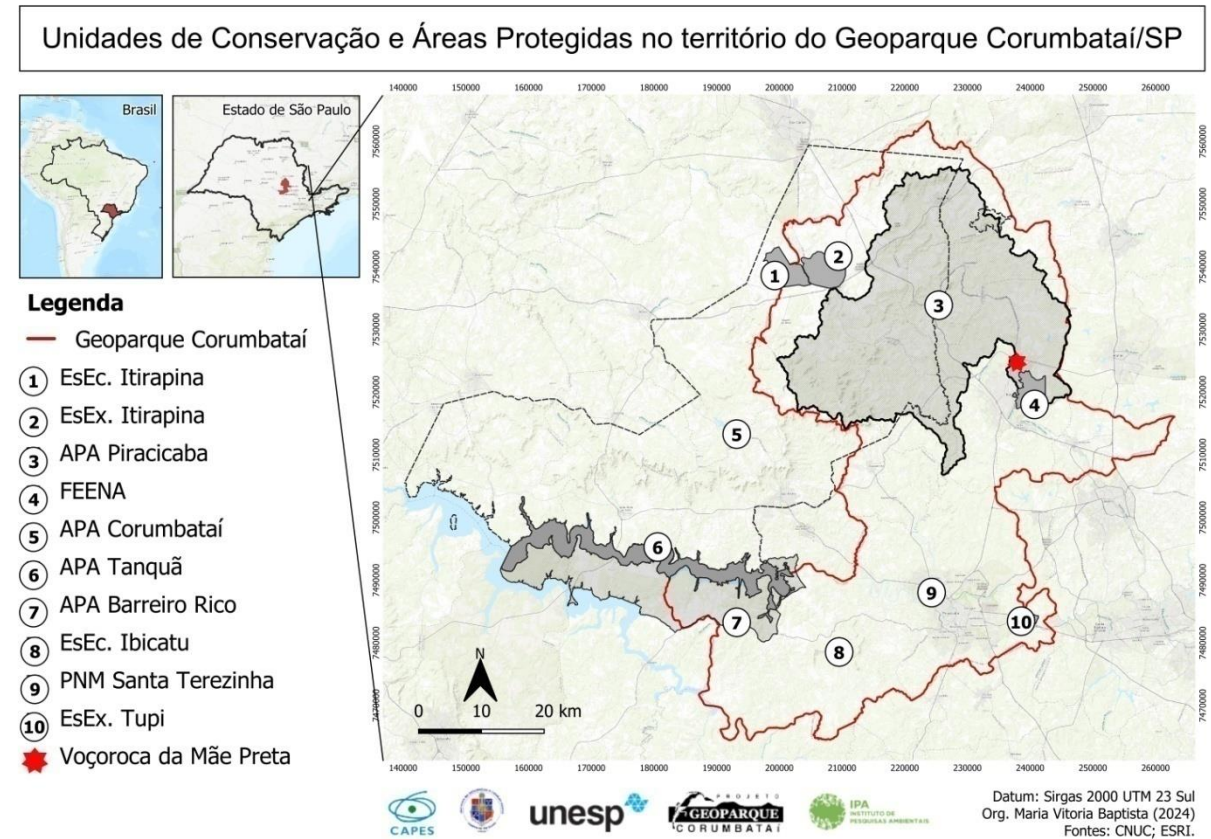
Perinotto (2008), com base em Soares & Landim (1975)

Fonte: Perinotto (2009).

4.2 Unidades de Conservação

O território do Geoparque Corumbataí se sobrepõe a sete Unidades de Conservação e duas Áreas Protegidas (Estações Experimentais) paulistas, conforme quadro 6. No município de Rio Claro, onde está localizada a Voçoroca da Mãe Preta, existem três unidades de uso sustentável: A Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA) e as Áreas de Proteção Ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá perímetro Corumbataí e Piracicaba-Juqueri-Mirim perímetro I, esta última onde se insere a Voçoroca da Mãe Preta (figura 15).

Figura 15. Unidades de Conservação e outras Áreas Protegidas no território do Geoparque Corumbataí.



Fonte: autora.

Quadro 6. Unidades de Conservação e outras Áreas Protegidas no território do Geoparque Corumbataí.

Nome	Tipo	Gestão	Grupo
Estação Ecológica de Itirapina	UC	Estadual	Proteção Integral
Estação Ecológica de Ibicatu	UC	Estadual	Proteção Integral
Área de Proteção Ambiental Corumbataí	UC	Estadual	Uso Sustentável
Área de Proteção Ambiental Piracicaba	UC	Estadual	Uso Sustentável
Área de Proteção Ambiental Tanquã	UC	Estadual	Uso Sustentável
Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico	UC	Estadual	Uso Sustentável
Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade	UC	Estadual	Uso Sustentável
Parque Natural Municipal Santa Terezinha	UC	Municipal	Proteção Integral
Estação Experimental de Itirapina	AP	Estadual	
Estação Experimental de Tupi	AP	Estadual	

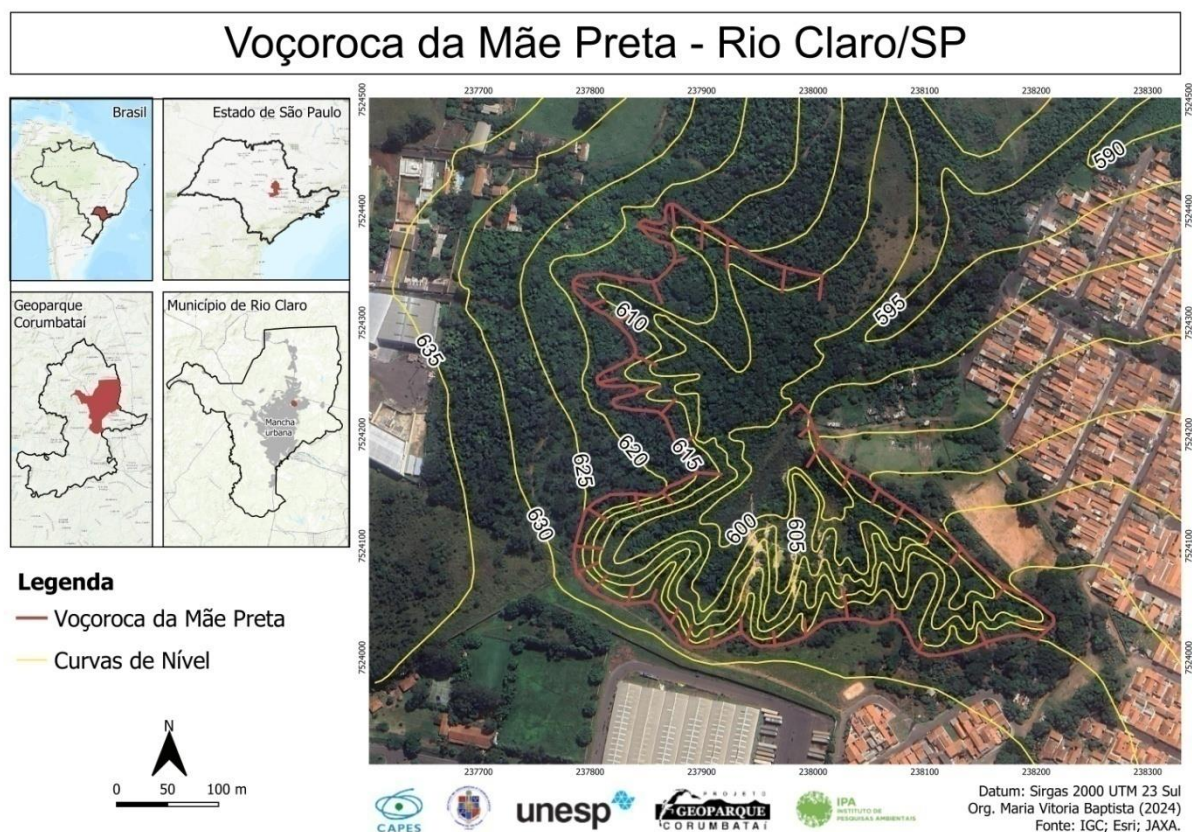
Fonte: autora. Legenda: UC (Unidade de Conservação); AP (Área protegida).

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 Localização da Voçoroca da Mãe Preta

A Voçoroca da Mãe Preta está localizada no município de Rio Claro, interior do estado de São Paulo. Insere-se nas coordenadas 238001E e 7524344S norte; 238207E e 7524027S leste, 237886E e 7524013S sul, 237789E e 7524332S oeste, na região periurbana da cidade (figura 16). No contexto geomorfológico, está totalmente inserida na província geomorfológica da Depressão Periférica Paulista, em região de relevo aplainado, com colinas amplas e tabuliformes levemente convexas, dispostas entre 550 a 650 metros de altitude, chegando a 700 metros no ponto mais alto, com baixa densidade de drenagem (Penteado - Orellana, 1981; Zaine, 1994).

Figura 16. Localização da Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

5.2 Acesso viário

O geossítio está localizado no bairro Parque Mãe Preta, por sua vez circundado pela avenida Brasil a oeste, avenida 80-A ao sul, avenida dos Estudantes a leste e pela rodovia Wilson Finardi (SP-191) ao norte, com conexão direta para a rodovia Washington Luiz (SP-310). O acesso à Voçoroca da Mãe Preta é feito pela rua 25-MP. Há um acesso desativado pela rua 1-PE, projetada do bairro Parque Mãe Preta para o Distrito Industrial (figura 17).

Figura 17. Mapa do acesso viário à Voçoroca da Mãe Preta



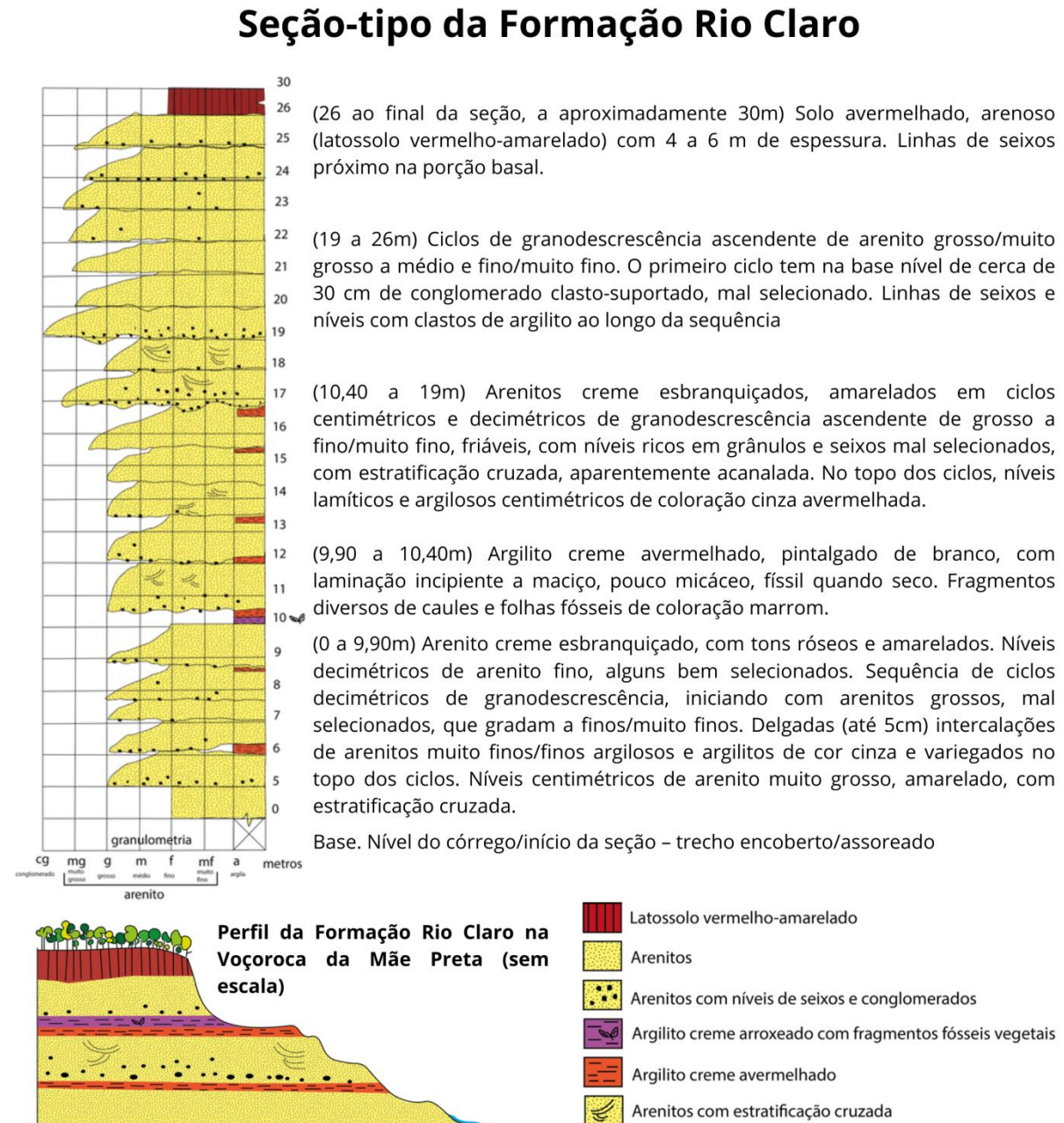
Fonte: autora.

5.3 Geologia: seção-tipo da Formação Rio Claro

A Voçoroca da Mãe Preta tem como substrato a Formação Rio Claro, o mais expressivo registro sedimentar cenozoico na Depressão Periférica Paulista. Entretanto, as interpretações paleoambientais, cronológicas e mesmo a contextualização estratigráfica dos depósitos cenozoicos da Depressão Periférica são precários e controversos, e assim acontece com a Formação Rio Claro (Perinotto *et al.*, 2006). Descrita primeiramente por Björnberg e Landim (1964) *apud*

Björnberg e Landim (1966), esta unidade é composta essencialmente por arenitos mal selecionados, pouco litificados, marcados por estratificação cruzada, intercalados com níveis decimétricos a centimétricos de argilitos de coloração creme-avermelhada e creme-arroxeadada, onde ocorrem fragmentos fósseis de vegetais das famílias *Nymphaeaceae*, *Potamogetonaceae* e *Alismataceae* (Björnberg e Landim, 1966; Zaine, 1994; Zaine, 2000). Na base, ocorrem níveis de seixos e conglomerados e, no topo, a seção finaliza com a ocorrência de latossolo vermelho-amarelado bem desenvolvido, de 8 a 10 metros de espessura (figura 18).

Figura 18. Seção-tipo da Formação Rio Claro na Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: adaptado de Zaine (1994) e Perinotto (2023, informal).

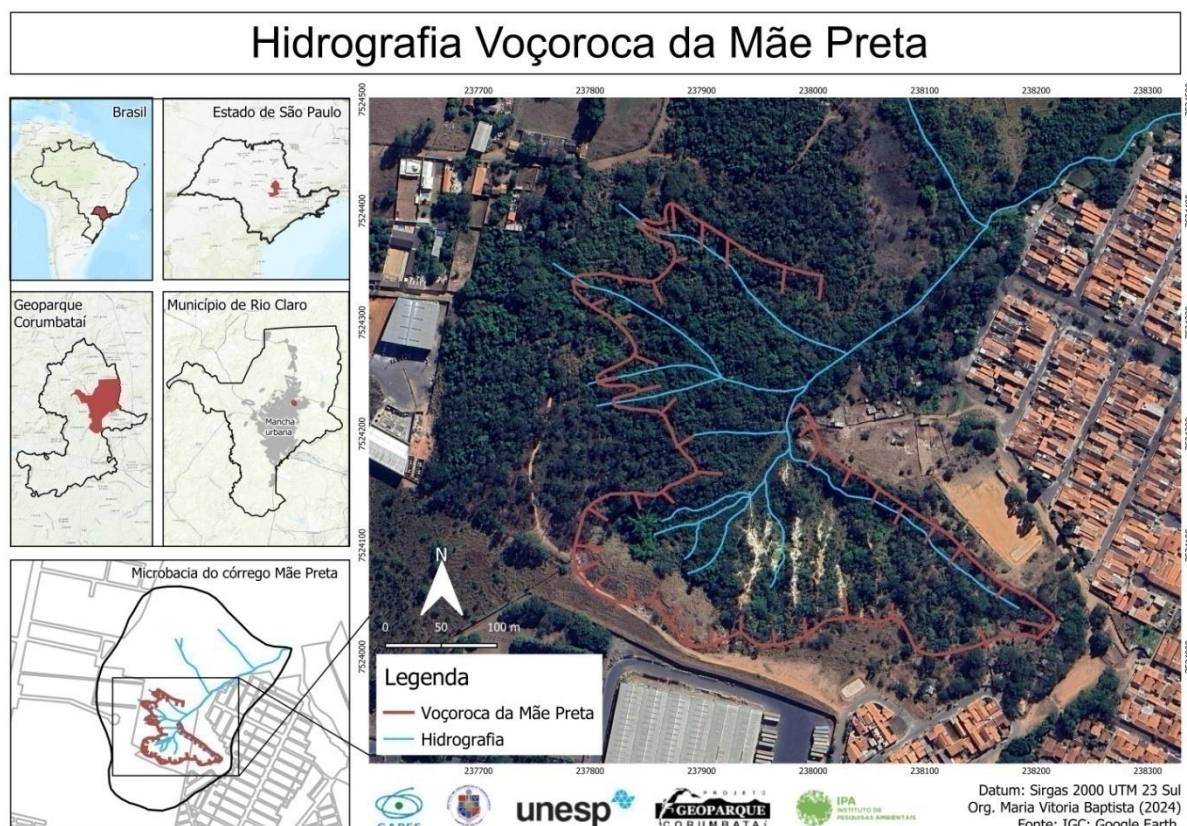
A origem da Formação Rio Claro está associada a processos sedimentares em ambientes deposição do tipo alúvio-fluvial de um provável sistema de canais meandantes intermediários lamito-psamíticos, com alternância entre chuvas torrenciais e curtos períodos de estiagem (Zaine, 1994). Perinotto *et al.* (2006) indicam que a orientação do transporte de sedimentos teria sido de noroeste para sudeste, sugerindo uma conexão dos materiais da Formação Rio Claro com o desenvolvimento da escarpa da serra de Santana-Itaqueri, corroborando para o que apontam Björnberg e Landim (1966) sobre as diferenças granulométricas e minerais estarem relacionadas às diferentes fontes de contribuição para a formação desta unidade. Melo *et al.* (1997) consideram que a reativação de falhas tectônicas e barramentos por soleiras de diabásio também podem estar associados à sua origem.

A Formação Rio Claro ocorre de forma quase restrita à Folha Rio Claro (escala 1:50.000), principalmente em forma de manchas nos topos dos divisores de águas, sendo a maior delas onde se assenta a cidade de Rio Claro e o distrito de Ajapi (Zaine, 1994; 2000). Chega a ter de 25 a 30 metros de espessura, delimitada, na base, pela Formação Corumbataí (Permiano). Assenta-se em discordância também sobre a Formação Piramboia em cotas mais altas, de 650 a 670 metros, e recobre corpos de diabásio penetrados na Formação Corumbataí em seu limite leste, próximo ao câmpus da UNESP e da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA - Horto Florestal). Também chega a fazer contato com a Formação Irati na área do Domo de Pitanga (Zaine, 1994).

5.4 Hidrografia

Na Voçoroca da Mãe Preta aflora uma série de nascentes do córrego Mãe Preta, tributário do córrego Cachoeirinha e cuja microbacia possui aproximadamente 100 hectares (figura 19). Esse sistema hídrico abastece o Ribeirão Claro, um dos principais mananciais de abastecimento público do município e que pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHi) 5 Piracicaba - Capivari - Jundiaí. A área também é uma das zonas de contribuição do aquífero Rio Claro (Oliva, 2006), do tipo livre, que abastece o município.

Figura 19. Hidrografia da Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora

5.5 Fauna e Flora

A geomorfologia atual do relevo da Voçoroca da Mãe Preta é composta por solos e afloramentos rochosos que têm favorecido o desenvolvimento de diferentes fitofisionomias de Cerrado, desde os Campos Úmidos às áreas de Cerradão. Nesse aspecto, o geossítio também é uma unidade didática sobre as características deste bioma e sua relação direta com os elementos da geodiversidade, os quais têm influência direta no desenvolvimento da vegetação.

Um levantamento realizado pelo curso de Ecologia da Unesp Rio Claro (Unesp, 2022) em 2022 classificou a Voçoroca da Mãe Preta como região de Ecótono, faixa de transição entre biomas Cerrado e Mata Atlântica. Foram identificadas espécies vegetais como Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), Angico-branco (*Anadenathera colubrina*), Cambará (*Gochnatia polymorpha*), Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), Embaúba (*Cecropia* spp.), Gabiroba (*Campomanesia adamantinum*), Goiabeira (*Psidium guayava*), Ingá (*Inga vera*), Ipê-amarelo (*Tabebuia vellosia*), Jacarandá-paulista (*Machaerium villosum*), Jatobá

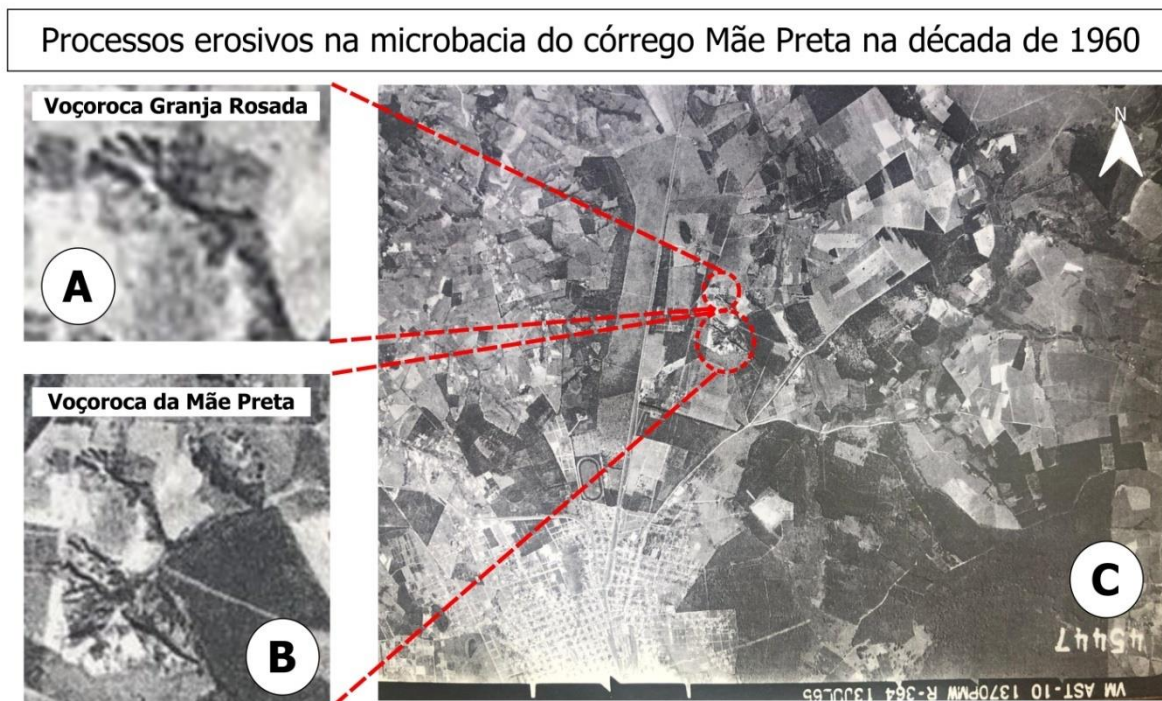
(*Himeaea stigbocarpa*), Paineira (*Chorisia speciosa*), Pau-d'alho (*Galesia integrifolia*), Pau-jacaré (*Piptadenia gonpakantha*), Melatomastaceaes (*Miconia spp.*, *Tibouchina spp*), Myrtaceaes (*Eugenia spp.*), Anonaceaes, Assa-peixe-branco (*Vernonia polyanthes*), Canela-de-velho (*Miconia albicans*) e Carqueja (*Baccharis trimera*).

5.6 Histórico de uso e ocupação do solo

Registros históricos sobre o desenvolvimento de Rio Claro apontam que, até a década de 1960, toda a região norte do município era ocupada por áreas rurais. A Voçoroca da Mãe Preta, já existente à época, ocupava dimensões muito similares às aquelas identificadas atualmente (cerca de 6 hectares); entretanto, a área pertencia à chácara Rio Claro, de propriedade particular (figura 20-B). Na microbacia também se registrava a presença da Voçoroca Granja Rosada, aterrada na década de 80 (figura 20-A).

A criação do Distrito Industrial e o aumento de indústrias de pequeno a médio porte alavancou a expansão urbana da cidade, principalmente no eixo norte-sul, ao longo dos vales e topos de interflúvios dos rios Corumbataí e Ribeirão Claro (Mendes, 2015). Em 1969, a Voçoroca da Mãe Preta passa a ser propriedade da indústria *Owens Corning Fiberglass*, período do qual se tem registros orais do descarte de resíduo industrial na Voçoroca.

Figura 20. Imagem aérea da porção norte do município de Rio Claro com destaque para as voçorocas Mãe Preta e Granja Rosada na microbacia do córrego Mãe Preta.



Fonte: TerraFoto (1965).

As conversões de uso da terra na região continuaram evoluindo, principalmente para os usos residenciais e industriais. O loteamento Parque Mãe Preta foi lançado somente no ano de 1981, em área lindeira à voçoroca. Mendes (2015) apontou para transformações significativas na microbacia do córrego Mãe Preta, principalmente o aumento das taxas de assoreamento, aterramento de nascentes na voçoroca Granja Rosada, depósito de lixo industrial, lançamento de esgoto e descarte de lixo doméstico no baixo curso d'água.

Hoffmann (2021), por sua vez, identificou taxas de avanço do processo erosivo pouco significativas no período de 2007 a 2014, considerando a Voçoroca da Mãe Preta estável. Mendes (2015) atribui a estabilização do processo à existência de silvicultura na margem esquerda do córrego Mãe Preta, entretanto, aponta para a presença de sulcos e ravinas à montante da voçoroca.

Com o adensamento populacional no bairro Parque Mãe Preta e a pouca disponibilidade e qualidade de áreas verdes e de lazer (apenas 10% da área total do loteamento de aproximadamente 63 ha) a Voçoroca da Mãe Preta se tornou um lugar significativo para a comunidade. A sua proteção chegou a ser pauta da Associação de Moradores do Bairro Mãe Preta (já extinta). Preocupado com a

qualidade ambiental do bairro, o grupo reivindicava intervenções públicas para impedir o descarte de lixo doméstico na voçoroca e a mobilização comunitária para zelar pela proteção da área (figura 21).

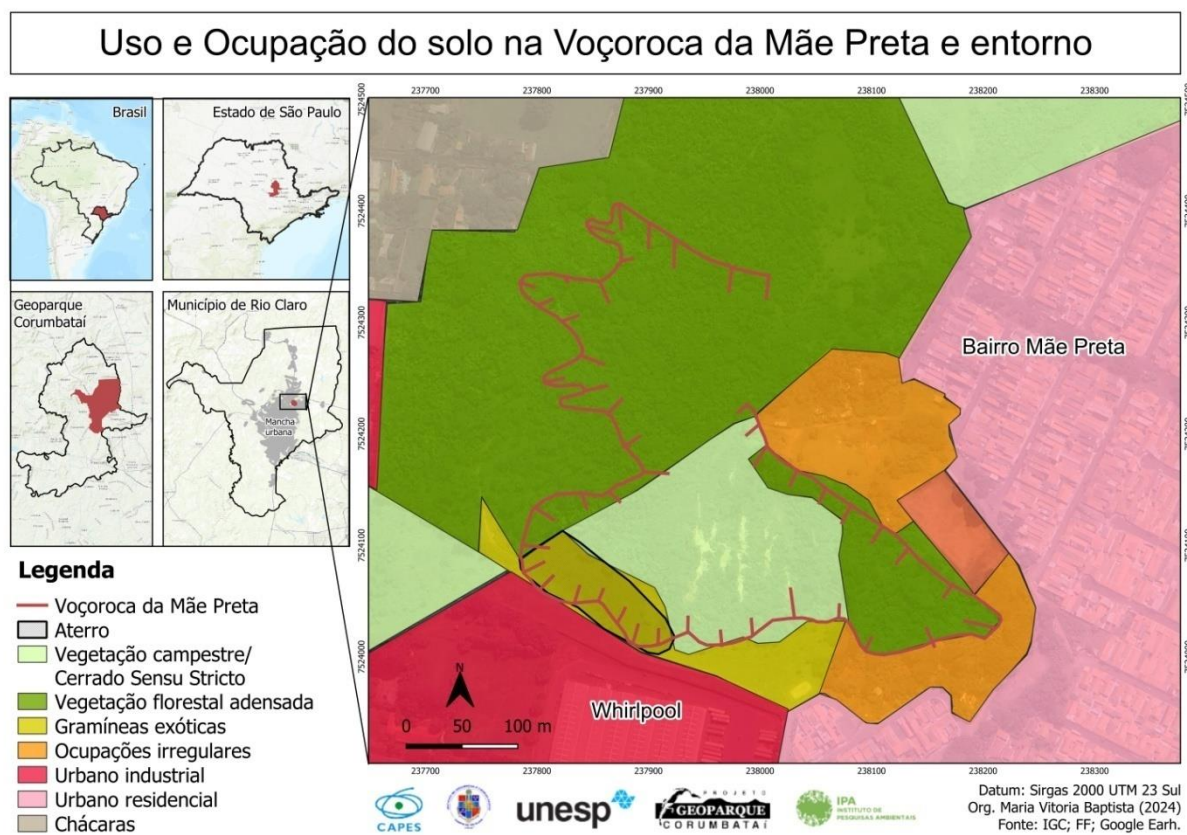
Figura 21. Foto de um folheto informativo sobre ações de revitalização do Parque Mãe Preta promovidas pela Associação de Moradores.



Fonte: Arquivo Público e Municipal de Rio Claro. Sem data.

Do uso e ocupação do solo atuais na região da Voçoroca da Mãe Preta, o que predomina é a vegetação florestal, representada pelos fragmentos de vegetação secundária de Cerrado oriundos do processo natural de regeneração. No interior da feição, predominam áreas de vegetação campestre e cerrado *sensu stricto*. As áreas de solo exposto são poucas e ocorrem de forma predominante entre as vertentes erosivas. Nas áreas lindeiras ao geossítio, são frequentes as ocorrências de ocupações irregulares e criação de animais domésticos, como equinos (figura 22).

Figura 22. Uso e Ocupação do Solo na Voçoroca da Mãe Preta e entorno

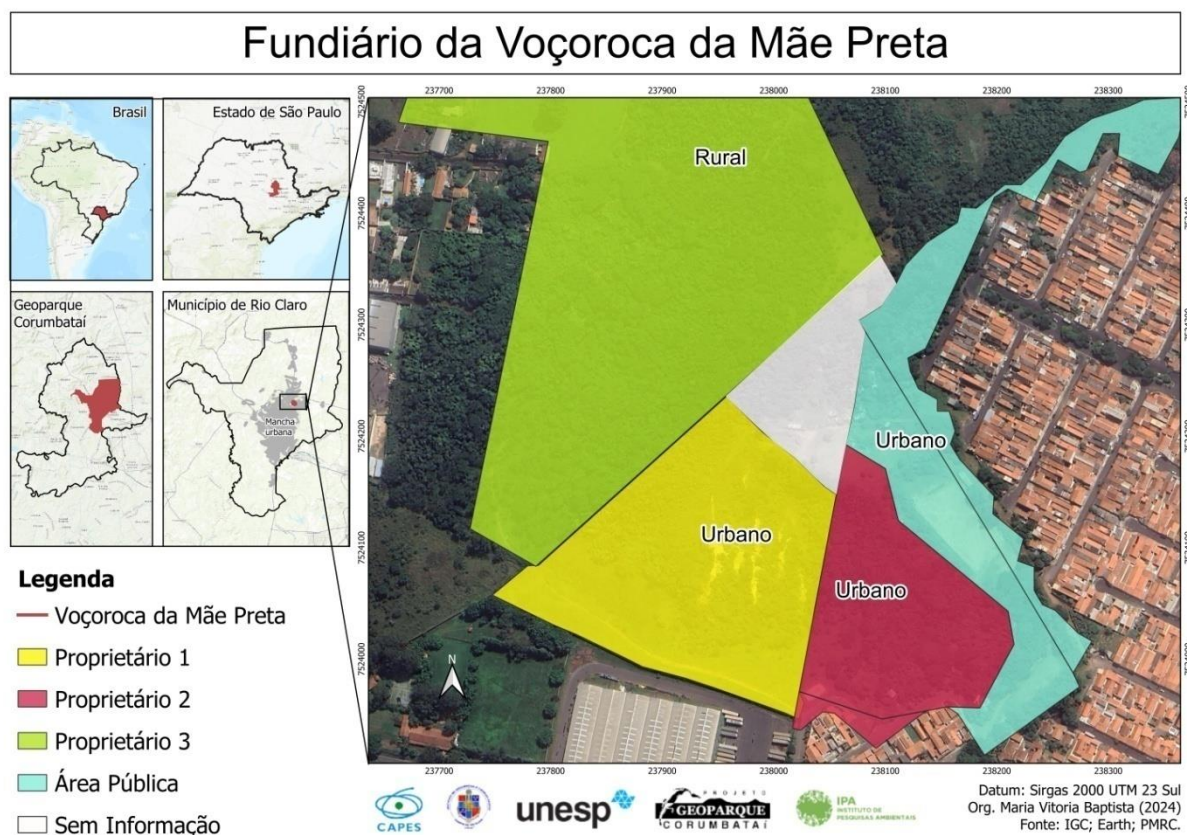


Fonte: autora.

5.7 Situação fundiária

A Voçoroca da Mãe Preta alcança parcelamentos de três proprietários distintos e se aproxima de áreas públicas que correspondem às áreas institucionais do loteamento. Uma das áreas que compõem a voçoroca não possui informações cadastrais na PMRC. As propriedades identificadas distribuem-se entre as zonas rural e urbana, com proprietários identificados que, nesta pesquisa, optou-se por apresentá-los de forma não identificada. As áreas rurais foram identificadas por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), enquanto as áreas urbanas foram identificadas por meio de relatórios solicitados à Prefeitura Municipal (figura 23).

Figura 23. Mapa da situação fundiária da Voçoroca da Mãe Preta.



Fonte: autora.

5.8 Instrumentos de proteção legal

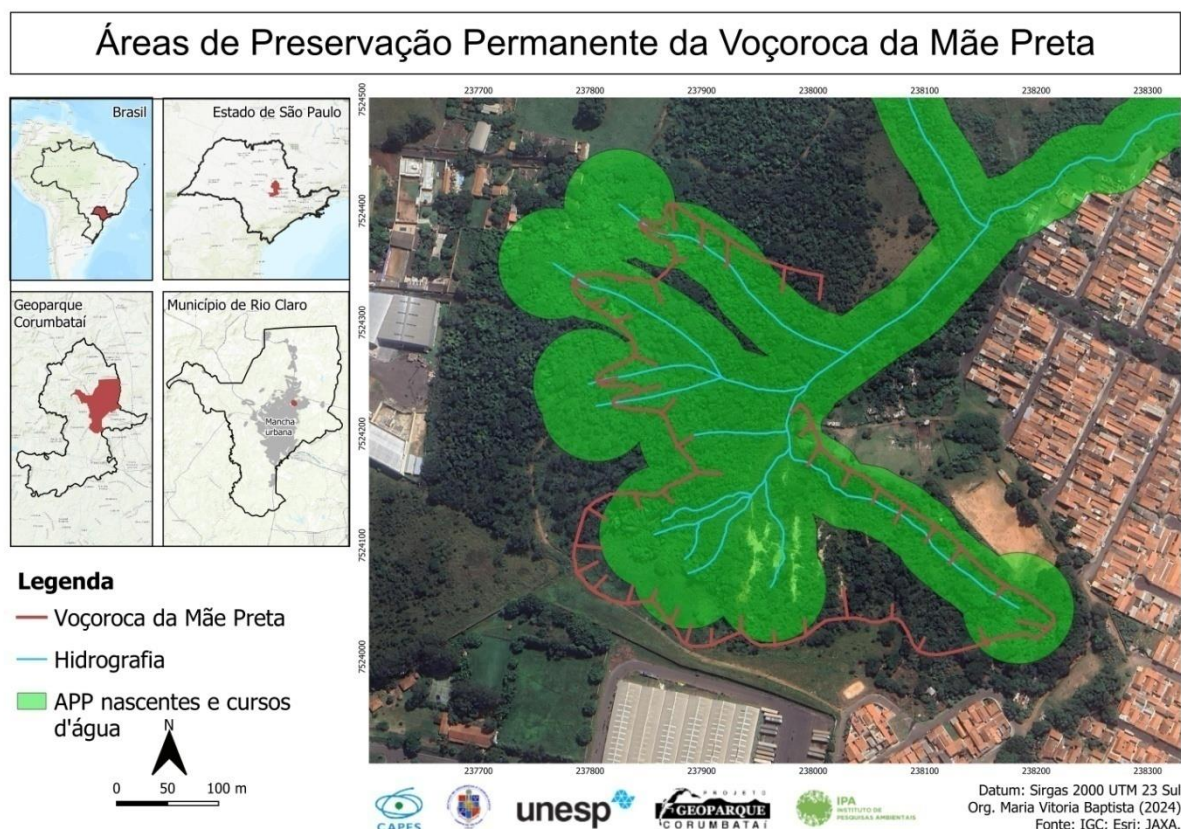
A Voçoroca da Mãe Preta, até o ano de 2024, encontra-se contemplada por três instrumentos de proteção nas escalas federal, estadual e municipal, que serão analisados a seguir com base na legislação correspondente em cada nível de proteção.

A nível federal, a maior parte da voçoroca é caracterizada como Área de Preservação Permanente (APP) de recursos hídricos com proteção de uma raio a partir das nascentes (50m) e (30m) ao longo dos cursos d'água, que também se sobrepõem às APP de declividade acima de 45°, de acordo com o Código Florestal (Brasil, 2012) (Figura 24). De acordo com a lei, as APP caracterizam-se como

“[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012, art. 3º).

Entretanto, a situação real das APP do córrego Mãe Preta reflete uma área degradada com ausência de fiscalização e ocupada irregularmente por usos não compatíveis com os objetivos dispostos no Código Florestal.

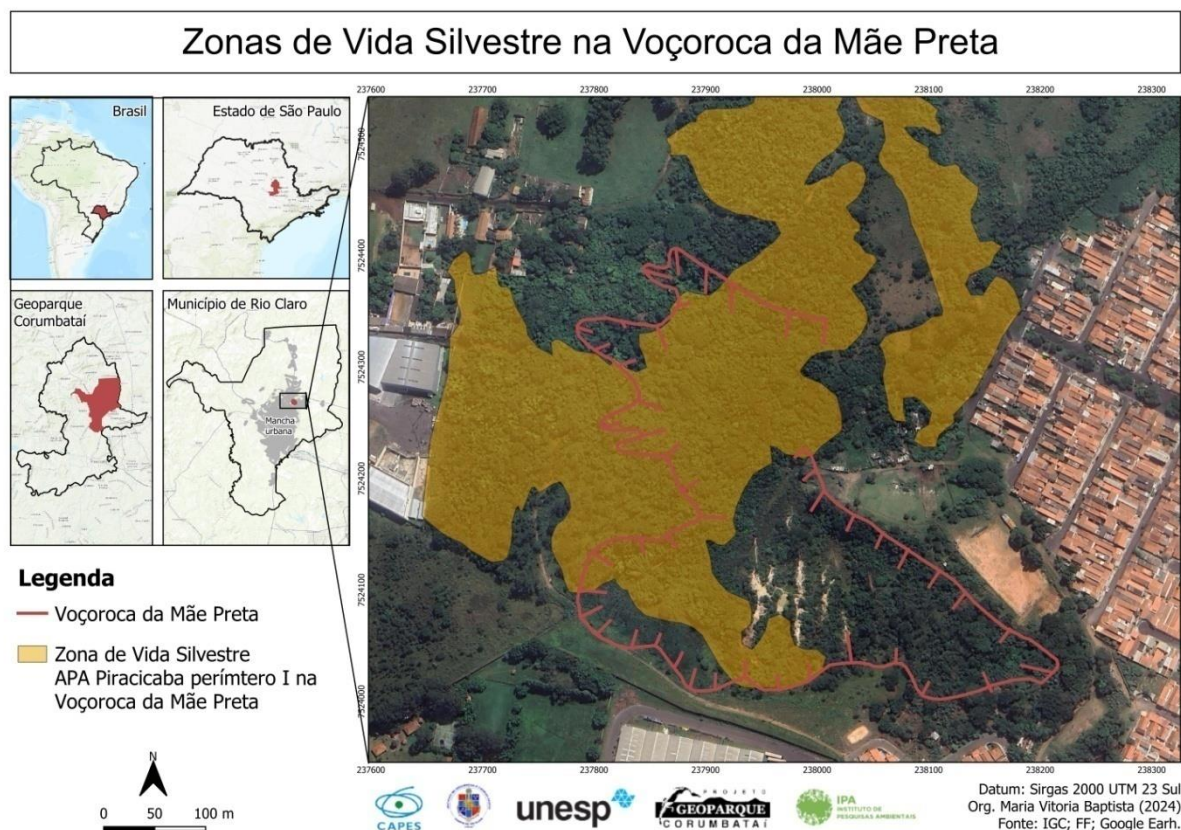
Figura 24. Áreas de Preservação Permanente hídricas da Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

Já na esfera estadual, a Voçoroca da Mãe Preta é classificada como Zona de Vida Silvestre da APA Piracicaba (São Paulo, 1991) que compõem importantes corredores ecológicos para a fauna e a flora da região. As ZVS compreendem os remanescentes da fauna e da flora existentes na APA e declaradas de relevante interesse ecológico (São Paulo, 1983; 1987; 1991). Na Voçoroca, essas zonas compreendem áreas regenerantes de Cerrado no entorno do processo erosivo (figura 25).

Figura 25. Distribuição das Zonas de Vida Silvestre da APA Piracicaba na Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

Em relação à legislação municipal, no primeiro macrozoneamento do município de Rio Claro, instituído pelo Plano Diretor de 2007, a Voçoroca da Mãe Preta estava inserida na Unidade Regional de Planejamento (URP) III - Cachoeirinha. De acordo com o documento, as URPs tinham como objetivo orientar a política urbana e a implantação da infraestrutura e dos equipamentos sociais urbanos, bem como estabelecer parâmetros para o planejamento urbanístico e ambiental de Rio Claro. Neste sentido, a primeira diretriz estabelecida para a URP III foi a elaboração de um projeto de recuperação para áreas degradadas pelo processo de erosão, em especial para o bairro Mãe Preta (Art. 91, inciso III).

Neste mesmo documento, foi instituída a criação de 18 Parques Municipais (PAMs) em diferentes regiões da cidade, incluindo o bairro Parque Mãe Preta (Rio Claro, 2007, Art. 99, inciso VII), o que levou à elaboração da primeira proposta de Parque Natural Municipal Mãe Preta, desenvolvida por Silva (2014). A proposta, contemplava não só a voçoroca, mas as áreas de várzea do córrego Cachoeirinha e

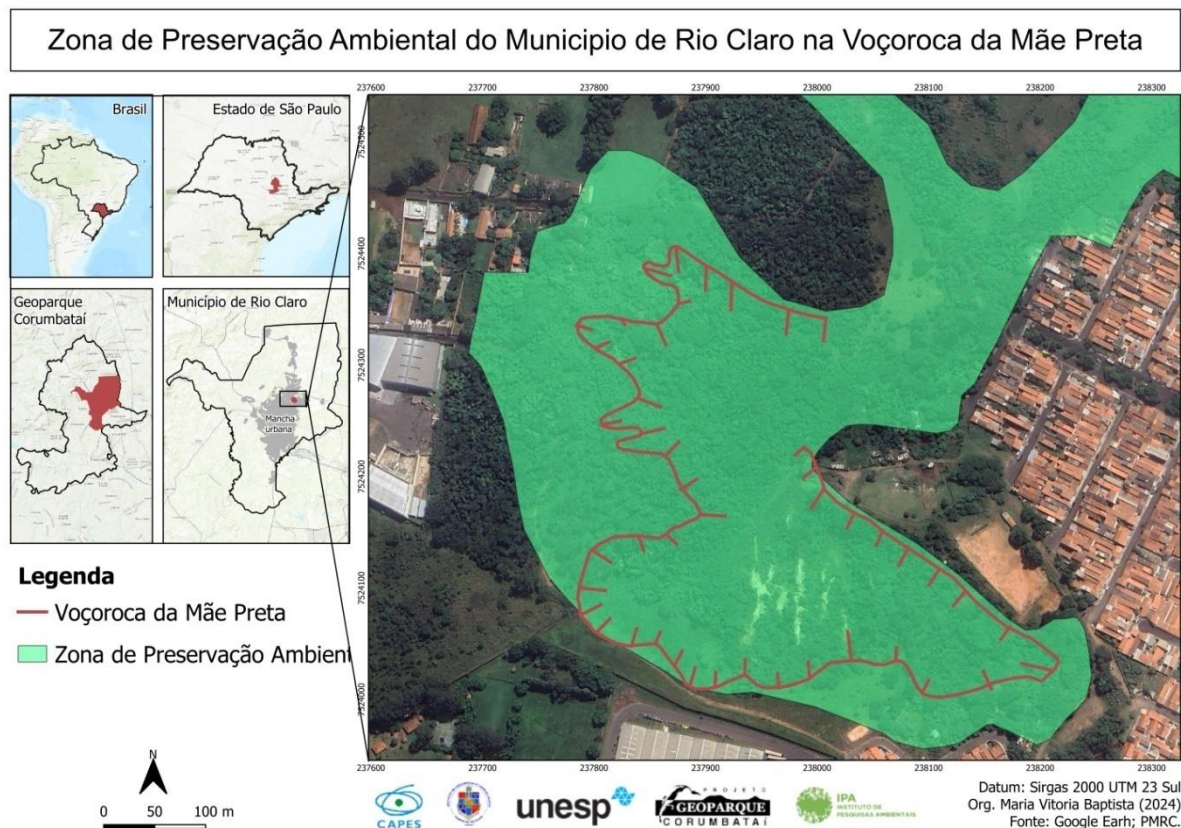
algumas áreas públicas, já inseridas no sistema de lazer do loteamento (Imprensa Rio Claro, 2013). Na atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro, Lei Complementar nº 128/2017, a proposta de Parque Natural Municipal é incorporada indicando a necessidade de regularização fundiária para caracterização de Unidade de Conservação Municipal (Rio Claro, 2017, art. 204). Entretanto, o Parque Natural Municipal Mãe Preta nunca foi efetivado.

Na mais recente atualização do Plano Diretor de Rio Claro, em 2024 (Rio Claro, 2024) a Voçoroca da Mãe Preta está enquadrada como Zona de Preservação Ambiental (figura 26). Esta zona é caracterizada por:

[...] situar-se em áreas de fragilidade ambiental e risco geológico e pedológico ou de inundações, coberta ou não por vegetação nativa, com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade natural, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora, dando apoio à drenagem da área urbana do Município, nas quais fica integralmente vedada a ocupação urbana (Rio Claro, 2024, Art. 38, inc. VI).

Em seu Artigo 201(Rio Claro, 2024, art. 201º) o Plano Diretor ainda prevê a regularização patrimonial do parque Mãe Preta visando à sua caracterização como Unidade de Conservação municipal, mas não fica clara a área destinada para este fim.

Figura 26. Localização da Zona de Preservação Ambiental do município de Rio Claro na Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

6 INVENTÁRIO DE ATRATIVOS DA VOÇOROCA DA MÃE PRETA

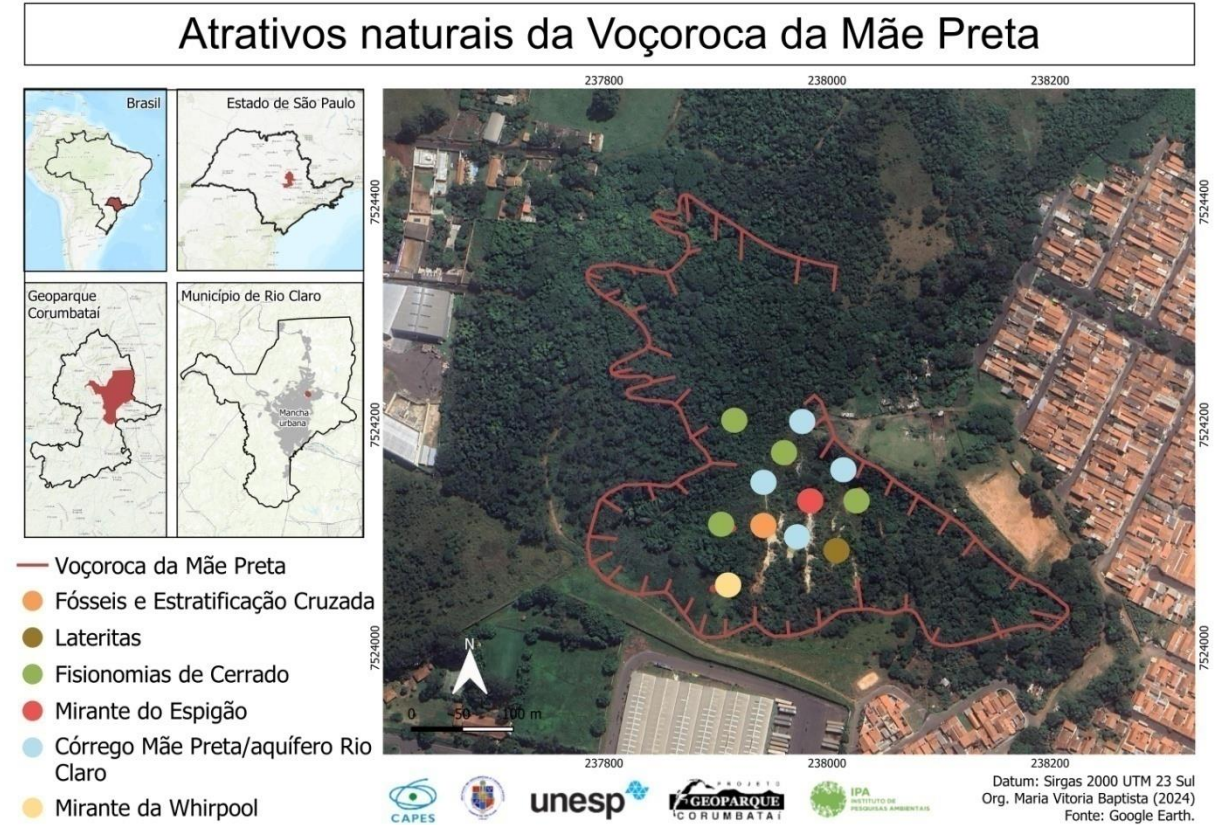
A Voçoroca da Mãe Preta concentra uma diversidade de atrativos naturais e culturais (quadro 7). No caso dos atrativos naturais, estes estão concentrados, em sua maior parte, na parte baixa da voçoroca, em áreas de afloramento das rochas e sedimentos da Formação Rio Claro, e envolvem aspectos geológicos, paleontológicos, hidrogeológicos e das fisionomias vegetais do geossítio, descritos a seguir (figura 27). O atrativo de interesse cultural, por sua vez está relacionado com o histórico da Voçoroca da Mãe Preta, a origem de seu nome e a sua relação com o desenvolvimento do município de Rio Claro.

Quadro 7. Atrativos naturais e culturais da Voçoroca da Mãe Preta

Atrativos do patrimônio natural da Voçoroca da Mãe Preta	
Atrativo	Categoria
Arenitos com estratificação cruzada	Natural
Fósseis	Natural
Lateritas	Natural
Aquífero Rio Claro	Natural
Córrego Mãe Preta	Natural
Fisionomias de Cerrado	Natural
Mirantes	Natural
Nome Mãe Preta	Cultural

Fonte: autora

Figura 27. Distribuição de atrativos naturais na Voçoroca da Mãe Preta



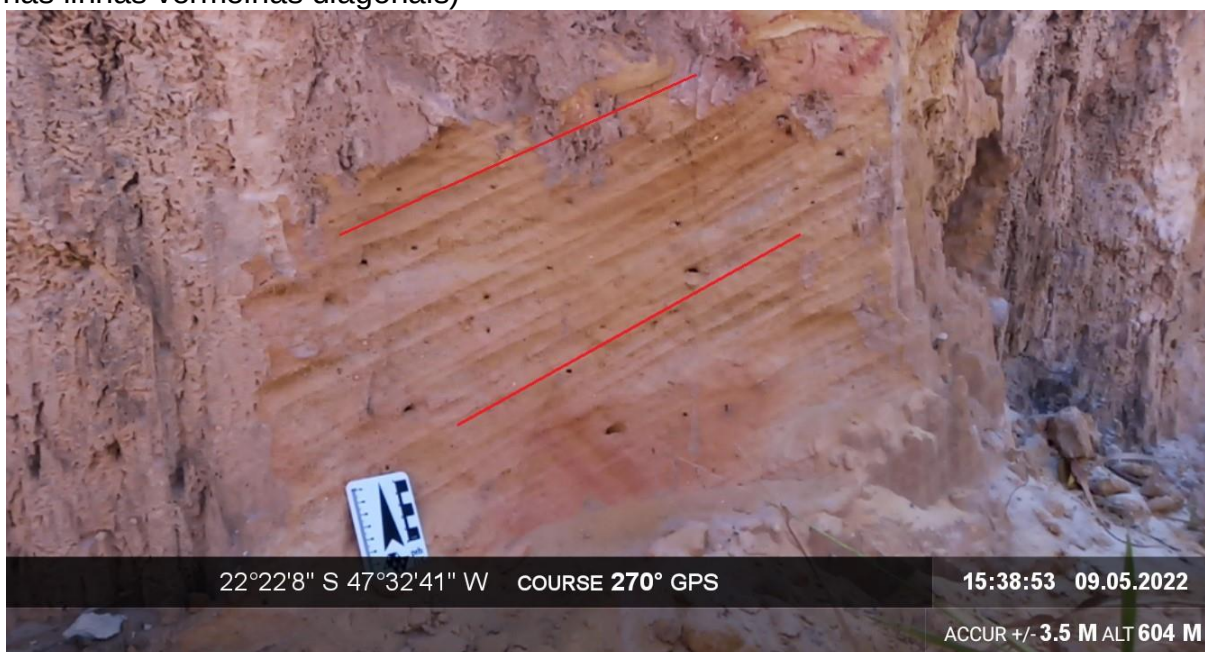
Fonte: autora

6.1 Descrição dos atrativos

6.1.1 Arenitos com estratificação cruzada

As estratificações cruzadas presentes na Formação Rio Claro são do tipo acanaladas e ocorrem de forma sutil nas camadas de arenitos bastante friáveis, muito susceptíveis à degradação (figura 28). As estratificações indicam a direção das correntes fluviais responsáveis pelo transporte e pela deposição dos sedimentos da Formação Rio Claro, de noroeste para sudeste (Perinotto *et al.*, 2006) em canais do tipo psamíticos.

Figura 28. Arenitos com estratificação cruzada da Formação Rio Claro (indicadas nas linhas vermelhas diagonais)



Fonte: autora.

6.1.2 Fósseis

Os fósseis presentes na Formação Rio Claro são, principalmente, espécies típicas de áreas úmidas das famílias *Nymphaeaceae*, *Potamogetonaceae* e *Alismataceae* (Björberg e Landim, 1966). Na Voçoroca da Mãe Preta, esses registros ocorrem na forma de “impressões” de caules e folhas, por vezes oogônios e esporos, nas camadas de argilitos da Formação Rio Claro, mas possuem baixo grau de conservação, o que dificulta a sua identificação (Zaine, 1994).

A presença dos fósseis é um importante indicador da sazonalidade das correntes fluviais do paleoambiente onde a Formação Rio Claro se depositou, sugerindo a ocorrência de períodos de maior e menor energia das correntes, associados a períodos chuvosos e de estiagem. Existe um ponto do geossítio onde é possível encontrá-los em maior quantidade, assim como as estratificações cruzadas nos arenitos. Esse local é o principal ponto de observação da Formação Rio Claro em atividades didáticas e foi denominado seção-tipo, apesar de esta ser caracterizada por toda a voçoroca (figura 29).

Figura 29. a) Registros fósseis da Formação Rio Claro e b) Seção-tipo



Fonte: autora e André Kolya.

6.1.3 Lateritas

Lateritas são produtos de profunda alteração da rocha matriz por intemperismo químico em ambientes de alta pluviosidade que também podem servir como indicador das oscilações paleoclimáticas. Apresentam alto teor de ferro ou alumínio, destacando-se a presença de minerais como goethita, hematita, hidróxidos de alumínio, caulinita e quartzo. Por serem materiais endurecidos e ferruginizados, são mais resistentes a processos erosivos. Estudos sobre esse material específico da Formação Rio Claro ainda são escassos. Na Voçoroca da Mãe Preta, há apenas

uma exposição com cerca de 50 centímetros de espessura, por volta de 608 metros de altitude que preservou as estratificações cruzadas dos arenitos (figura 30).

Figura 30. Lateritas da Formação Rio Claro na Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: José E. Zaine

6.1.4 Aquífero Rio Claro

O aquífero Rio Claro é um reservatório poroso, livre e pouco profundo, constituído pela Formação Rio Claro, de maior permeabilidade, e tem seu nível de base na Formação Corumbataí, de menor permeabilidade. Segundo análise de Oliva (2006), as águas provenientes deste aquífero foram classificadas como bicarbonatadas cálcicas magnesianas e sódicas bicarbonatadas, com pH variando de 5,16 a 7,70.

Na Voçoroca da Mãe Preta, o nível freático do aquífero Rio Claro é inferior a 5 metros de profundidade (Zaine, 2000). Seu afloramento é difuso e abastece os afluentes do córrego Mãe Preta. Durante a pesquisa de campo, foi possível observar certa estabilidade no nível d'água das nascentes perenes do córrego Mãe Preta ao longo das estações do ano, inferindo a importante contribuição das águas

subterrâneas para a manutenção do nível de base das águas superficiais neste local.

6.1.5 Córrego Mãe Preta

A partir das seis visitas de campo realizadas em diferentes períodos de observação (de chuva e de estiagem, entre os meses de novembro de 2022 e dezembro de 2023), foram identificadas sete nascentes perenes na Voçoroca da Mãe Preta, em sua maioria difusas e protegidas por vegetação ciliar. Ao longo da área percorrida para o mapeamento dos atrativos, são necessárias travessias sobre o córrego Mãe Preta, passando também por duas áreas represadas (figura 31). Os afluentes atingem poucos centímetros de lâmina d'água e variam de 1 a 2 metros de largura de canal. O nível d'água é bastante estável, com pouca alteração da vazão entre períodos de cheia e estiagem.

Figura 31. Afluentes do córrego Mãe Preta na Voçoroca da Mãe Preta (A e B) e represamentos (C e D).



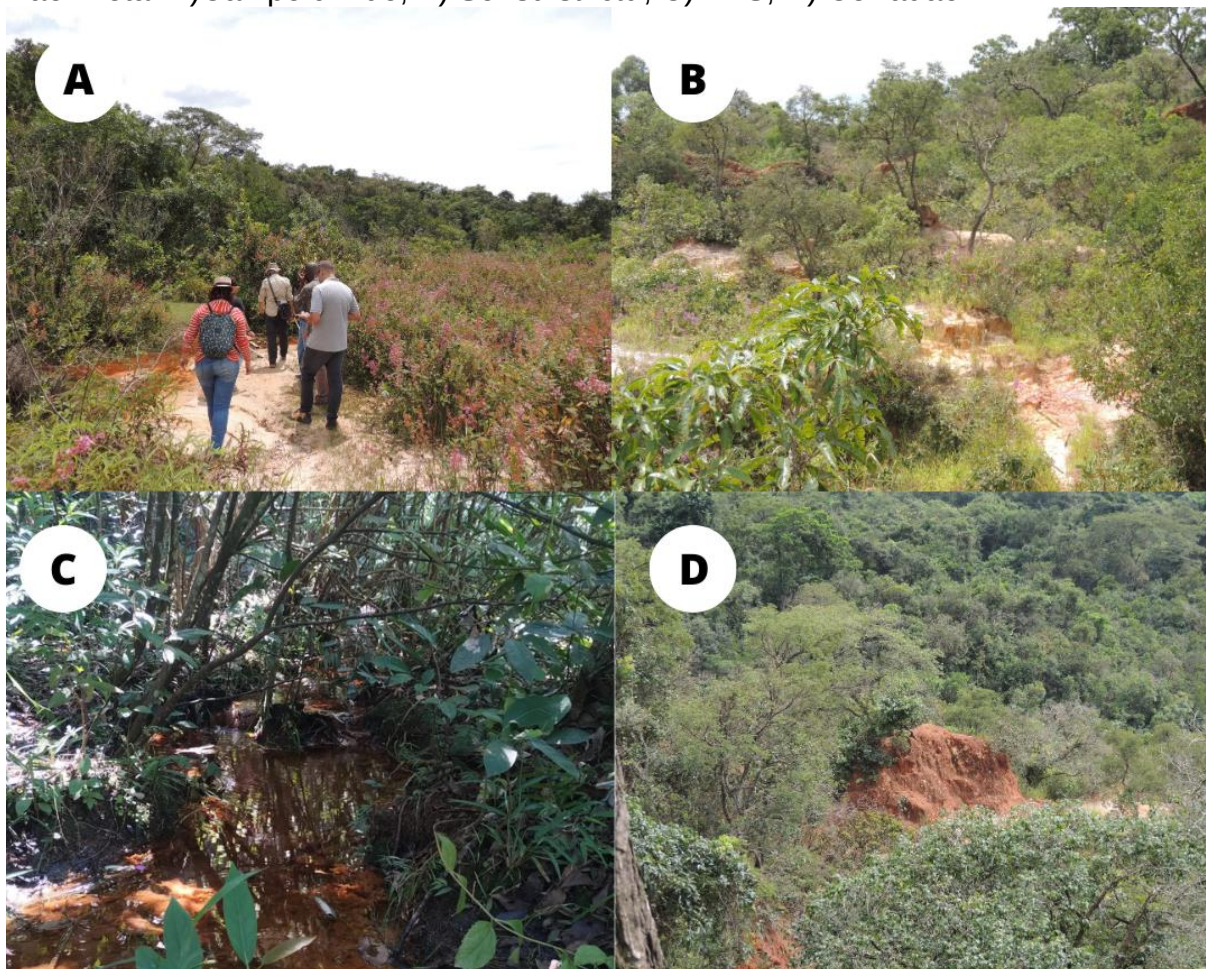
Fonte: autora.

6.1.7 Fisionomias de Cerrado

O terreno da voçoroca e a atual dinâmica hídrica proporcionaram a regeneração de diferentes fisionomias de Cerrado na voçoroca, onde é possível visualizar a diferença de extratos associados aos diferentes tipos de solos e disponibilidade de água (figura 32). Da base para o topo da Voçoroca da Mãe Preta, ocorrem as seguintes fisionomias:

1. Nos fundos de vale, zonas saturadas com lençol freático raso associadas aos arenitos friáveis se desenvolve a vegetação arbustivo-herbácea de Campo Úmido, tendo sido identificado em campo, com apoio de profissional Botânico, predominância de espécies das famílias Cyataceae (principalmente samambaias), Poaceae, principalmente capins rabo-de-raposa (*Aristida riparia*) e capim-pluma (*Andropogon selloanus*), e espécies arbustivas, como Pixirica (*Miconia chamissois*), Murici (*Byrsonima intermedia*) e Cruz-de-malta (*Ludwigia octavalvis*), porém com presença de invasoras, principalmente do gênero *brachiaria*;
2. Na transição dos arenitos para solo marrom avermelhado, predominantemente arenosos, geralmente entre os espigões residuais, predomina o cerrado *Sensu stricto*, com indivíduos arbóreos de pequeno porte, gramíneas e arbustos;
3. Nas regiões de nascentes de meia encosta, onde geralmente ocorrem os solos hidromórficos das zonas saturadas, predomina a Floresta Estacional Semidecidual (FES), típica Mata Ciliar, com presença de indivíduos arbóreos de pequeno e médio porte e espécies arbustivo-herbáceas;
4. Nas áreas de topo, ocorre áreas de Cerradão, já em estágio avançado de regeneração, onde predomina o estrato arbóreo de médio a grande porte.

Figura 32. Vista geral da distribuição de fisionomias de Cerrado na Voçoroca da Mãe Preta. A) Campo úmido; B) *Sensu strictu*; C) FES; D) Cerradão



Fonte: autora.

6.1.8 Mirantes

São áreas naturais que proporcionam visão panorâmica da Voçoroca da Mãe Preta em diferentes perspectivas, da parte superior e inferior do processo erosivo. Foram identificados dois: Mirante do Espigão e Mirante da Whirlpool (assim nomeados pela equipe de trabalho).

No mirante do Espigão, é possível uma visualização panorâmica da erosão que contribui para a interpretação de processos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos que envolvem a paisagem. Do topo, é possível perceber os diferentes estratos vegetais e também os diferentes tipos de solo que ocorrem na voçoroca, além da própria dinâmica erosiva do ambiente e a formação dos canais de drenagem (figura 33-A).

O Mirante da Whirlpool, por sua vez, está localizado na parte superior da voçoroca, aos fundos da empresa Whirlpool, e possibilita visualizar a voçoroca a partir do topo, ampliando a dimensão de tamanho e profundidade da feição (figura 33-B). Atualmente, o acesso é feito pelos fundos da empresa, pela rua 1-PE. O que se propõe é a abertura e estruturação de um caminho que conecte esse ponto à parte baixa da Voçoroca da Mãe Preta, por meio de uma escadaria.

Figura 33. Mirantes da Voçoroca da Mãe Preta. A) Mirante do Espigão e B) Mirante da Whirlpool.



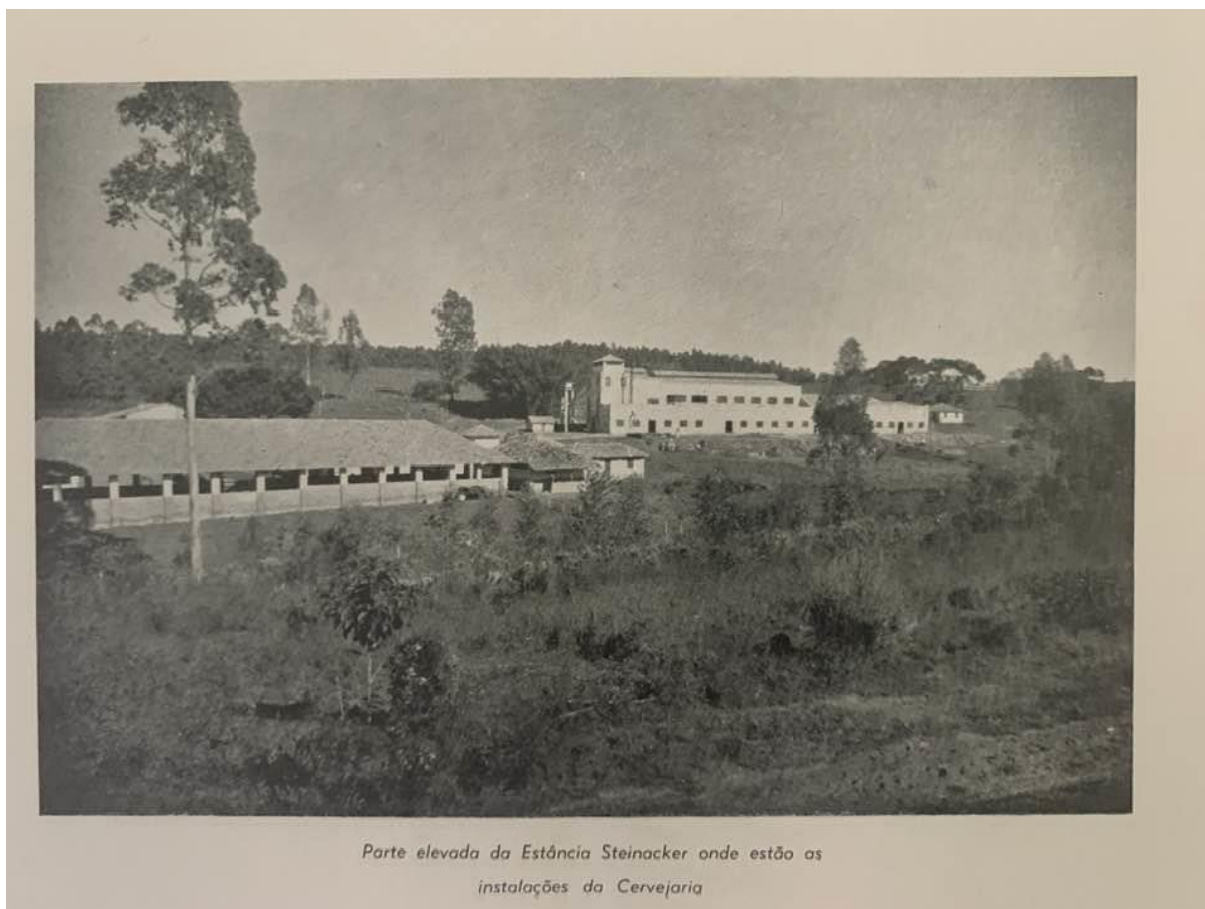
Fonte: autora e André Kolya.

6.1.9 Nome Mãe Preta

O nome Mãe Preta é derivado da antiga cervejaria instalada às margens do córrego Cachoeirinha em 1940, originalmente cervejaria *Steinacker*, posteriormente renomeada como cervejaria Mãe Preta (figura 34). A indústria ficou famosa pela fabricação do refrigerante “Cerejinha” e, dentre outras, a cerveja escura “Mãe Preta”. Existe uma crença popular de que as cervejas escuras contribuem para o aumento da produção de leite das mulheres durante a amamentação. Por isso, acredita-se que Mãe Preta pode ser uma referência às Amas de Leite, mulheres escravizadas para aleitamento materno. No entanto, não foram encontrados registros oficiais dessa relação.

A cervejaria Mãe Prata foi fechada na década de 1970 e suas instalações oficialmente demolidas por volta dos anos 2000. Apesar de ter sido a referência para o nome da voçoroca, do córrego e do bairro, a cervejaria localizava-se às margens do córrego Cachoeirinha, onde deságua o Mãe Preta.

Figura 34. Foto da Cervejaria Mãe Preta entre as décadas de 1940 e 70



Fonte: desconhecida.

6.2 Riscos de degradação

A vulnerabilidade à erosão é uma característica natural da Formação Rio Claro que tem sido intensificada por atividades antrópicas. As áreas periféricas e mais declivosas, como é o caso da Voçoroca da Mãe Preta, tendem a sofrer mais com processos de erosão fluvial, em função do aumento de volume e de velocidade do escoamento superficial das áreas impermeabilizadas (Mendes, 2015). Entretanto, como já apontado, as taxas de avanço da erosão da voçoroca hoje são mínimas, ficando mais restritas à erosão interna de materiais remanescentes.

Nesse sentido, as ameaças ao geopatrimônio da Voçoroca da Mãe Preta estão mais relacionadas às atividades antrópicas desenvolvidas no entorno e que afetam de maneira direta a qualidade do geossítio. As principais atividades identificadas como potenciais fatores de degradação são as invasões das APP de moradias e baias de criação de animais domésticos (em sua maioria, cavalos) pastam na Voçoroca da Mãe Preta (figura 35-A). O pisoteamento da área contribui

para o assoreamento das nascentes e para a degradação dos perfis de exposição da Formação Rio Claro, além dos riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por fezes (figura 35-B e C).

Também são práticas irregulares o descarte de lixo doméstico e entulho nas bordas e no interior da voçoroca e a queima de desses materiais, colocando em risco a vegetação, as moradias e prejudicando a qualidade do ar, como já denunciado por moradores locais (figura 35-D).

Figura 35. Ameaças ao patrimônio natural da Voçoroca da Mãe Preta. A) Invasões; B) Pastagem; C) Pisoteamento por animais de grande porte; D) Descarte de lixo e entulho



Fonte: autora.

7 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO

A Voçoroca da Mãe Preta possui localização estratégica também em relação às Zonas de Vida Silvestre da APA Piracicaba (São Paulo, 1991), pois contribui para a composição de corredores ecológicos regionais da fauna e da flora, que se

conectam também a outras Unidades de Conservação e Áreas Protegidas, ao longo da bacia do rio Corumbataí.

Por se tratar de geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí, que traz consigo a perspectiva da geoconservação, novas abordagens e estratégias de uso podem ser aplicadas ao local, valorizando seus aspectos naturais, sociais, culturais ou mesmo político-territoriais que já se encontram sob diferentes esferas de proteção, mas que ainda carecem de um mecanismo de articulação e integração que busque a gestão efetiva dessa área com foco na sua conservação.

Como já apresentado, o SNUC é uma política pública federal que se aplica às três esferas de gestão: federal, estadual e municipal. Além disso, o avanço das estratégias de geoconservação e a sua incorporação nas políticas de Áreas Protegidas fornecem bases sólidas para justificar a importância de criação de AP do geopatrimônio. Nesse sentido, a seguir serão apresentadas propostas de geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta orientadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

7.1 Estratégias de gestão

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação apresenta 12 categorias de UC com diferentes objetivos de gestão e conservação. São divididas em dois grupos: Proteção Integral, que visa à manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais (Brasil, 2000) e de Uso Sustentável, que tem como base a exploração do ambiente visando à perenidade dos recursos renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável (Brasil, 2000).

Visando identificar categorias aplicáveis ao geossítio, foi realizada uma análise dos critérios para criação de UC municipais a partir da adaptação de orientações técnicas federais (Oliveira e Barbosa, 2010; Brasil, 2019), conforme quadro 8.

Quadro 8. Check-list de verificação de atributos contemplados pela Voçoroca da Mãe Preta para criação de UC

Categorias	CrITÉRIOS			
Reserva da Biosfera	Bom estado de conservação	Rica em diversidade biológica	Espécies raras, endêmicas ou ameaçadas	Potencial para realização de pesquisas
Estação Ecológica	Bom estado de conservação	Rica em diversidade biológica	Espécies raras, endêmicas ou ameaçadas	Potencial para realização de pesquisas
Refúgio da Vida Silvestre	Bom estado de conservação	Rica em diversidade biológica	Espécies raras, endêmicas ou ameaçadas	Áreas privadas sem obrigatoriedade de desapropriação
Parque Nacional/Estadual Municipal	Bom estado de conservação	Rica em diversidade biológica	Beleza cênica e atrativos naturais	Potencial para visitação pública
Monumento Natural	Bom ou médio estado de conservação	Área de pequena extensão	Beleza cênica	Pelo menos um atrativo extremamente relevante
Reserva Extrativista	Presença de comunidades tradicionais	Extração sustentável de recursos		
Reserva do Desenvolvimento Sustentável	Presença de comunidades tradicionais	Extração sustentável de recursos		
Florestal Nacional/Estadual	Bom estado de conservação	Ocorrência de espécies madeiras de valor comercial		
Área de Proteção Ambiental	Bom estado de conservação	Área extensa	Necessidade de disciplinar ocupação humana já existente	
Área de Relevante Interesse Ecológico	Bom estado de conservação	Área de pequena extensão	Pouca ou nenhuma ocupação humana sem necessidade de desapropriação	Características naturais relevantes ou que abriga exemplares da biota regional
Reserva de Fauna	Bom estado de conservação	Ocorrência de populações animais nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias	Potencial para realização de pesquisas sobre manejo econômico sustentável de recursos faunísticos	
Reserva Particular do Patrimônio Natural	Significativa para a proteção da biodiversidade	Sem extensão mínima	Beleza cênica, atrativos naturais e áreas prioritárias para recuperação ambiental	Áreas privadas onde é permitida visitação, pesquisa e atividades de educação ambiental

Fonte: adaptado de Oliveira e Barbosa (2010) e Brasil (2019). Quadros verdes indicam atributos atendidos pela Voçoroca da Mãe Preta.

Com base nesta análise, identificou-se que as categorias Parque Natural Municipal (PNM), Monumento Natural (MoNa) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) estão mais aptas à criação de uma UC na Voçoroca da Mãe Preta considerando o contexto atual. A partir disso, buscou-se trabalhar na definição dos limites administrativos e no zoneamento destas três propostas de UC (quadro 9).

Quadro 9. Síntese das propostas de UC para a Voçoroca da Mãe Preta

Grupo	Categoria	Área (ha)	Áreas particulares (%)	Áreas Públicas (%)	Sem informação
Proteção Integral	PNM	17,86	71,20	12,04	16,76
Proteção Integral	MONA	17,86	71,20	12,04	16,76
Uso Sustentável	RPPN	3,56	100	-	-

Fonte: autora.

A definição do limite e das áreas incorporadas nas categorias de UC foi baseada nos seguintes critérios:

1. Ordenamento territorial de acordo com o Plano Diretor de Rio Claro;
2. Aspectos fisiográficos;
3. Aspectos fundiários.

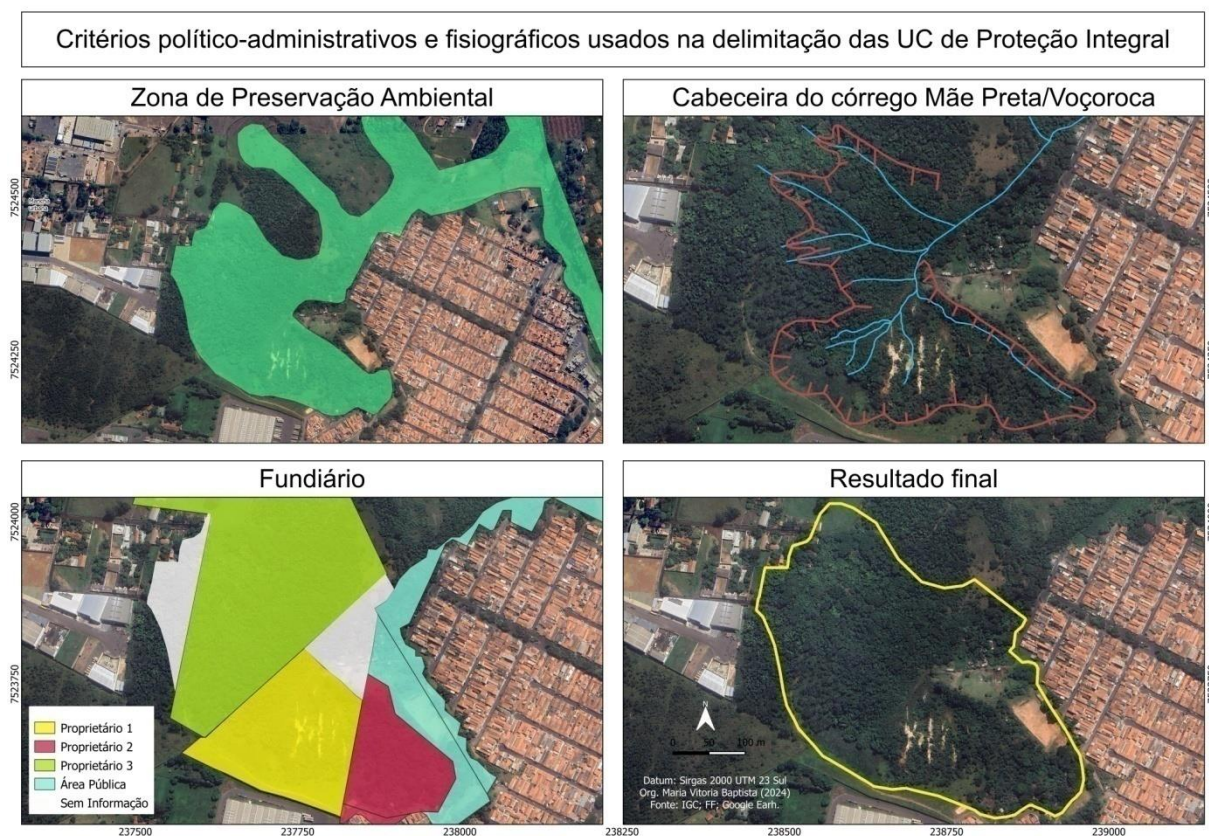
De acordo com o Plano Diretor de Rio Claro, a Voçoroca da Mãe Preta é classificada como Zona de Preservação Ambiental (Rio Claro, 2024). Este limite envolve toda a área do processo erosivo, sobrepondo-se às diferentes propriedades particulares por onde se distribui a voçoroca. Por se tratar de um limite administrativo oficial e considerando o art. 201º do PD que indica a necessidade de criação de uma UC municipal no Parque Mãe Preta, a ZPA foi adotada como limite inicial das UC de Proteção Integral (figura 36-A).

Considerando a sua distribuição ao longo de toda a bacia do córrego Mãe Preta e Cachoeirinha, houve a necessidade de delimitação da área de interesse dentro da ZPA. Assim, o segundo critério adotado foram os limites fisiográficos da bacia do córrego Mãe Preta, considerando somente as áreas de cabeceira onde se concentra a voçoroca (figura 36-B). Além disso, ao adotar o limite da ZPA como

critério, adicionou-se uma nova parcela à caracterização fundiária sem informações cadastrais à da área.

Por fim, a análise fundiária revelou áreas públicas lindeiras à Voçoroca da Mãe Preta que, atualmente, possuem usos diversos e conflitantes, como invasões, estruturas de lazer (campo de futebol de areia), descarte de lixo e criação de animais. Optou-se por aproveitar estas áreas visando não só a sua recuperação e qualificação para o uso público, mas também a incorporação de áreas que podem ser aproveitadas para o amortecimento de impactos externos ao geossítio (figura 36-C). Assim, a área total proposta para a criação das UC de Proteção Integral foi de 17,86 ha distribuídos entre áreas públicas e privados (figura 36-D).

Figura 36. Sobreposição de critérios político-administrativos e fisiográficos para a definição do limite administrativo das UC de Proteção Integral



Fonte: autora

7.1.1 Parque Natural Municipal (PNM)

O Parque Natural Municipal é uma unidade de Proteção Integral e de domínio público que tem como objetivo preservar o ecossistema natural de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o

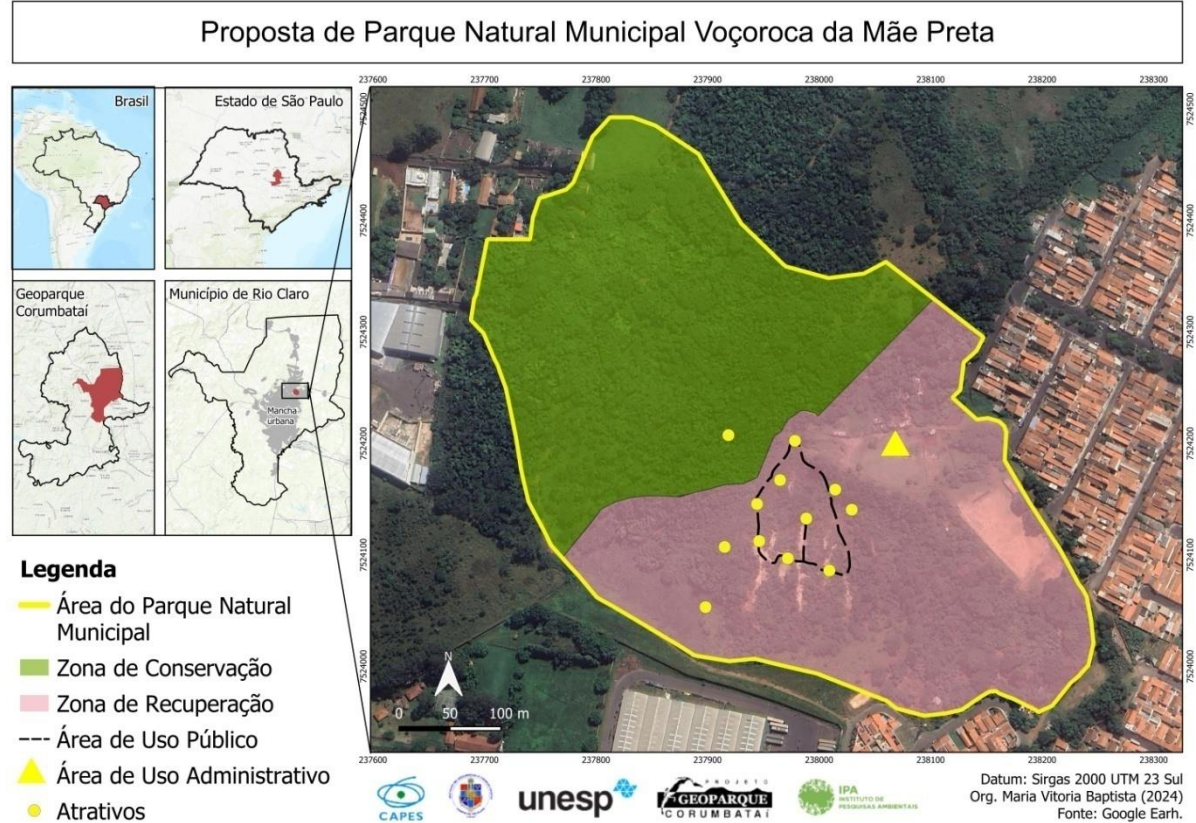
desenvolvimento de atividades educativas (Brasil, 2000). A implementação desta categoria requer a desapropriação das áreas particulares inseridas nos limites da UC, o que, atualmente, corresponde a cerca de 70% do total da presente proposta (figura 38).

Os parques podem ser criados nas esferas de proteção nacional, estadual e municipal. Quando nesta última, são denominados Parques Naturais Municipais (PNM). O estado de São Paulo atualmente conta com 66 unidades desta categoria, totalizando 2,24% do total de UC no estado, sendo 45,4% na esfera de proteção municipal e 54,5% na esfera de proteção estadual. A grande maioria destas unidades está localizada em área continental e envolve a proteção de fragmentos de Mata Atlântica (CNUC, 2024). Na área do Projeto Geoparque Corumbataí, tem-se o Parque Natural Municipal Santa Terezinha, em Piracicaba (SP), popularmente conhecido como “Parque da Cidade.”

A proposta do Parque Natural Municipal Mãe Preta já se destaca neste contexto por envolver a proteção de um fragmento com diversas fisionomias de Cerrado, o que se mostra pouco comum no estado de São Paulo. Além disso, a unidade propõe a recuperação e a proteção de uma feição erosiva, visando impedir avanços na degradação do solo, das águas e da vegetação nativa, ao mesmo tempo em que prevê a valorização do geopatrimônio e qualificação de um espaço verde urbano.

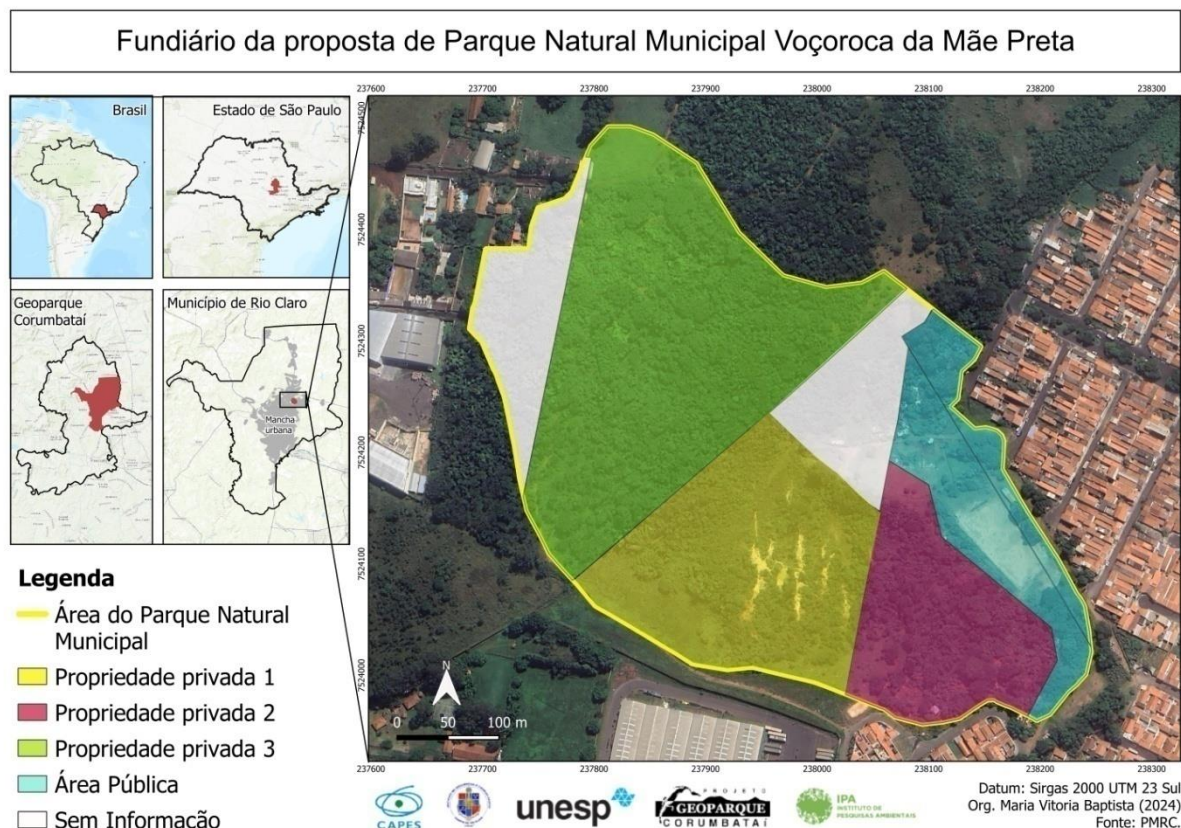
O principal instrumento de gestão das Unidades de Conservação é o zoneamento ambiental. Dessa forma, visou-se à elaboração de uma proposta preliminar de zoneamento do PNM, a partir de orientações técnicas (São Paulo, 2022) e de referências regionais (Araraquara, 2020), concentrando a unidade em duas zonas principais: Zona de Conservação (considerando as áreas mais conservadas de Cerrado) e Zona de Recuperação, que trata de zona prioritária para restauração que, em longo prazo, deve ser reclassificada a partir do alcance dos objetivos estabelecidos no Plano de Manejo da unidade. Também foram propostas duas Áreas (Uso Público e Administrativa), conforme as orientações, que se sobrepõe às demais zonas, descritas a seguir (figura 37).

Figura 37. Proposta de Parque Natural Municipal Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

Figura 38. Situação fundiária atual da proposta de PNM Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

a) Zona de Recuperação (ZR)

Área total: 93.621 m² (composta por áreas particulares e públicas);

Definição: É constituída por ambientes naturais degradados que devem ser recuperados para atingir um melhor estado de conservação e que, uma vez recuperada, deverá ser reclassificada (São Paulo, 2022);

Descrição: Contempla todo o núcleo de visitação da Voçoroca da Mãe Preta e seu entorno na margem leste;

Objetivo: Deter a degradação do solo, de afloramentos da Formação Rio Claro, do aquífero Rio Claro e de nascentes, bem como recuperar os ecossistemas naturais quanto à estrutura, à função e à composição; recuperar a qualidade dos afloramentos da Formação Rio Claro para o uso público; garantir a estabilidade do processo erosivo e as baixas taxas de avanço; recuperar ecossistemas de Cerrado; qualificar áreas públicas no entorno para instalação de infraestruturas de lazer e contemplação; garantir a regularização fundiária das áreas públicas e privadas.

b) Zona de Conservação (ZC)

Área total: 84.964 m² (composta totalmente por áreas particulares);

Definição: É aquela onde ocorrem ambientes naturais bem conservados, podendo apresentar efeitos de pequena intervenção humana não significativos (São Paulo, 2022);

Objetivo: Conservar a paisagem natural incluindo os atributos da geodiversidade, como solos e nascentes, e suas relações com a biodiversidade, possibilitando atividades de pesquisa científica, educação ambiental e contemplação da natureza, com mínimo impacto sobre os atributos naturais;

Descrição: Contempla as áreas de Cerradão (vegetação secundária) no setor oeste da unidade, já inseridas em propriedade rural.

c) Área de Uso Público (AUP)

Área total (extensão): 500 m (sobreposição à ZR);

Definição: É aquela que circunscreve as atividades de uso público e que possibilita a instalação de infraestrutura de suporte às atividades permitidas na Zona em que se insere;

Objetivo: Possibilitar o desenvolvimento das atividades de uso público permitidas na Zona de Recuperação, incluindo atividades de pesquisa e educação. Considerando a atualização necessária dos Planos de Manejo a cada 5 anos, as ZR podem ser reclassificadas e, nesse caso, sugere-se a sua reclassificação para zonas que sejam compatíveis com o uso público, um dos objetivos principais da unidade;

Descrição: corresponde ao percurso geointerpretativo da Voçoroca da Mãe Preta, trilha proposta para percorrer os atrativos naturais da unidade.

d) Área de Administração (AA)

Área total: não definida (sobreposição à ZR);

Definição: é aquela que circunscreve as atividades e a infraestrutura de apoio aos serviços administrativos, de proteção, de fiscalização e de pesquisa científica (São Paulo, 2022);

Objetivo: oferecer suporte ao desenvolvimento das atividades de gestão da UC, onde podem ser instaladas as infraestruturas de recepção (portaria, sanitários, bebedouros, centro de visitantes; centro de educação ambiental). Neste espaço pode ser criado um acervo didático da Voçoroca da Mãe Preta, concentrando amostras dos fósseis vegetais, das lateritas ou mesmo das estratificações cruzadas, no caso de aplicação de técnicas de preservação, e exemplares de produções científicas e educativas sobre o geossítio;

Descrição: está localizada a norte do geossítio, onde hoje se concentram as invasões em áreas particulares.

7.1.2 Monumento Natural (MoNa)

Os Monumentos Naturais são a categoria III da *IUCN* “*Natural Monument or Feature*”, destinada a

[...] proteger um monumento natural específico, que podem ser um elemento do relevo, uma montanha submarina, uma caverna ou mesmo uma característica viva, como uma mata antiga. Costumam ser áreas bastante pequenas e ter alto valor de visitação, histórico ou cultural (Borrini-Feyerabend *et al.*, 2017, p. 9).

No Brasil, os MoNa fazem parte do grupo de UC de Proteção Integral, mas, diferentemente dos parques, podem ser constituídos de propriedades particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários (Brasil, 2000). Como observam Couto e Figueiredo (2019), essa categoria de UC é a que mais envolve a proteção de elementos do geopatrimônio no Brasil.

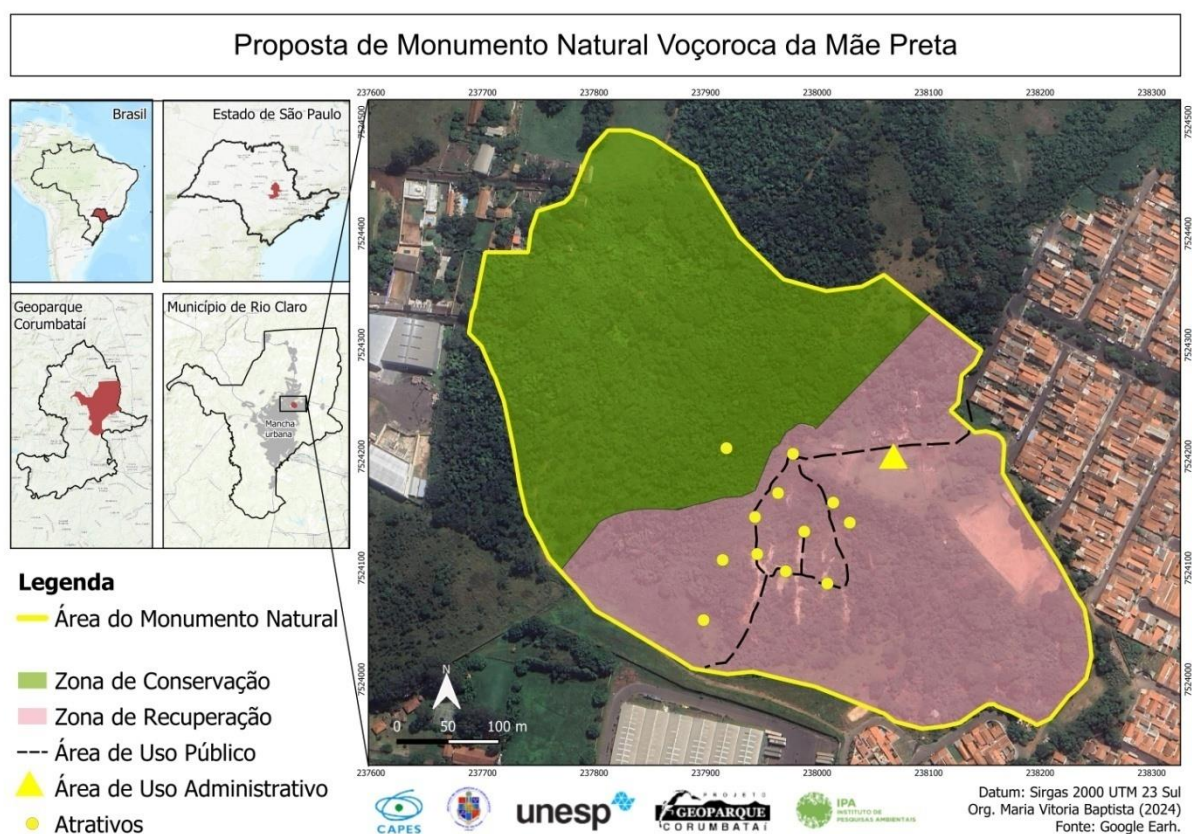
Como se observa, essa categoria se encaixa bem como estratégia de proteção de geossítios, pois envolve elementos que não fazem apelo à biodiversidade (Boggiani, 2010; Munhoz e Lobo, 2018). No estado de São Paulo, somam-se quatro Monumentos Naturais, sendo três estaduais (MoNas Pedra Grande, Pedra do Baú e Mantiqueira Paulista) e um municipal (Mona Pico do Itaguaré, sobreposto ao MoNa Mantiqueira Paulista).

Os atributos naturais e fundiários da Voçoroca da Mãe Preta são aspectos que justificam a criação de uma UC desta categoria no geossítio. Primeiramente, como aponta Boggiani (2010), Monumentos Naturais podem envolver elementos como áreas de lavra ou mesmo cortes em estradas com excepcional de estruturas

geológicas excepcionais ou depósitos fossilíferos, como é o caso das exposições da Formação Rio Claro oriundas do processo erosivo. Um segundo aspecto relevante neste caso é a possibilidade de compatibilizar usos das propriedades com a criação da unidade sem a desapropriação de terras, o que pode ser vantajoso para proprietários locais no que diz respeito à conservação de áreas naturais, por exemplo, com a disponibilidade de áreas para utilização de recursos financeiros oriundos de Compensação Ambiental Estadual.

A delimitação e o zoneamento do MoNa Voçoroca da Mãe Preta adotou os mesmos critérios estabelecidos para o PNM. Portanto, compreende a mesma área de 17,86 ha, distribuídos em duas Zonas e duas Áreas, descritas anteriormente (figura 39).

Figura 39. Proposta de Monumento Natural Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

7.1.3 Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)

As RPPN são uma categoria de UC de Uso Sustentável de domínio totalmente privado e de caráter voluntário e perpétuo (Brasil, 2000). Historicamente,

as áreas particulares destinadas à proteção ambiental no Brasil são reconhecidas legalmente desde o antigo Código Florestal de 1934. No entanto, foi a partir da década de 1990, quando estas áreas passaram a ser de atribuição técnica e legal do IBAMA, foram reconhecidas como “Reserva Particular do Patrimônio Natural” (Brasil, 1996) e somente em 2006 vieram a integrar o SNUC, por meio do Decreto nº 5.746/2006 (Brasil, 2006).

No estado de São Paulo, somam-se 97 unidades desta categoria, também sua maioria no bioma Mata Atlântica. As RPPN são a única categoria que apresenta vantagens financeiras para pessoas jurídicas, pois garantem subsídios aos proprietários para recuperação, manutenção e conservação dos atributos naturais presentes na unidade, como:

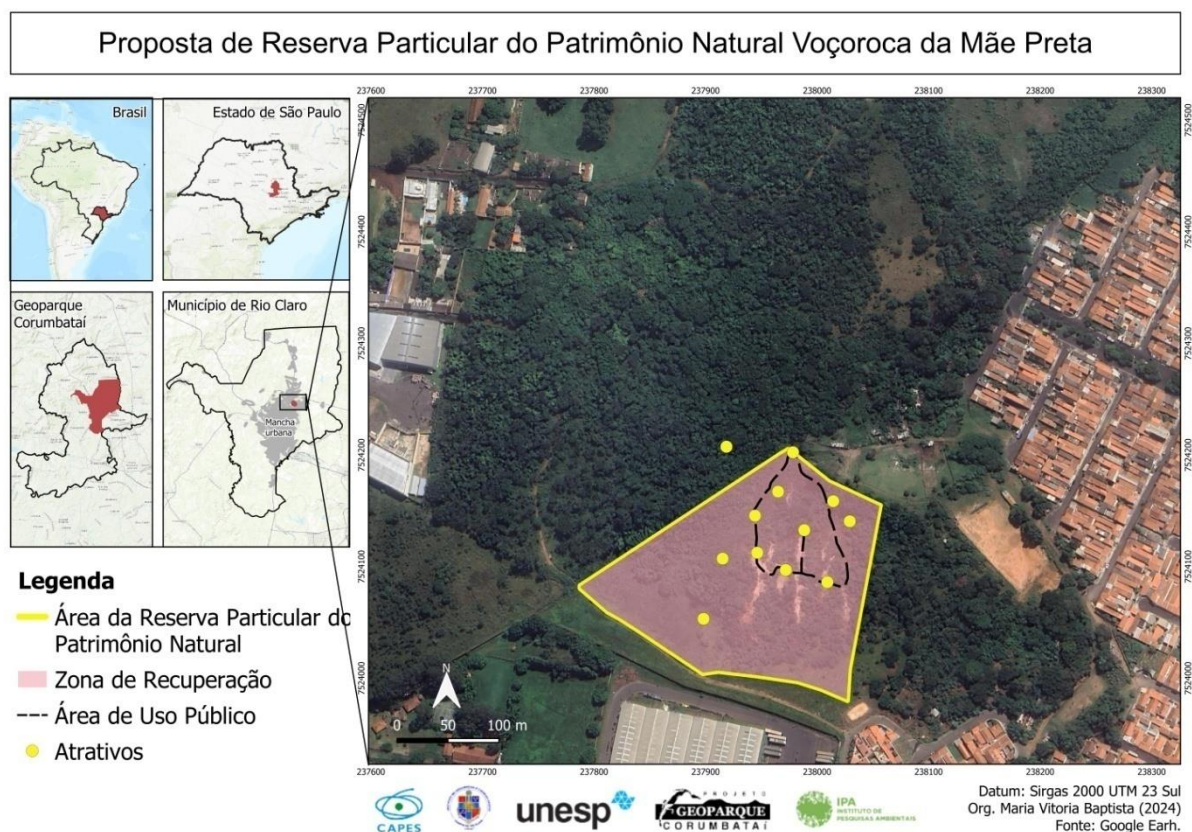
- Participação em editais específicos para a celebração de convênios relativos a projetos de criação e gestão de RPPNs;
- Isenção do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), no caso de zona rural;
- Desconto no valor do Imposto Territorial Urbano (IPTU), proporcional ao percentual do terreno com presença de área verde inserida na RPPN, no caso de zona urbana;
- Análise prioritária de projetos que pleiteiem a concessão de recursos oriundos do Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (FEMA);
- Prioridade de acesso a recursos do Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA);
- Prioridade na análise de pedidos de concessão de crédito rural, junto às instituições oficiais;
- Apoio dos órgãos governamentais para a fiscalização e proteção da área;
- Receber apoio através de medidas compensatórias oriundas de empreendimentos e obras que causem impactos ambientais que afetem diretamente a área da RPPN.

Por outro lado, dentre as três propostas apresentadas, a RPPN é menor unidade de proteção proposta para a Voçoroca da Mãe Preta, pois é constituída de uma única propriedade particular de pouco mais de 3,56 ha. Ao considerar esta

categoria, perde-se muito das áreas de conservação e de recuperação no entorno do geossítio, o que pode afetar de forma negativa a manutenção da qualidade ambiental da unidade e os efeitos de borda do entorno.

As atividades permitidas nas RPP são a pesquisa científica e a visitação para fins turísticos, recreativos e educacionais (Brasil, 2000). Nesse sentido, um zoneamento preliminar foi proposto também para a RPPN Voçoroca da Mãe Preta considerando três zonas, a partir daquelas apresentadas nas orientações técnicas (ICMBbio, 2015), descritas a seguir (figura 40).

Figura 40. Proposta de Reserva Particular do Patrimônio Natural Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

a) Zona de Proteção (ZP)

Área Total: 35.687 m²

Definição: Corresponde ao limite total da RPPN, excluindo as áreas destinadas às outras zonas previstas no Plano de Manejo. Nela são permitidas atividades de proteção e pesquisa científica, incluindo áreas que sofreram algum grau de alteração antrópica (ICMBio, 2015);

Objetivo: Deter a degradação do solo, de afloramentos da Formação Rio Claro, do aquífero Rio Claro e de nascentes, bem como recuperar os ecossistemas naturais quanto à estrutura, à função e à composição; recuperar a qualidade dos afloramentos da Formação Rio Claro para o uso público; garantir a estabilidade do processo erosivo e as baixas taxas de avanço; recuperar ecossistemas de Cerrado; qualificar áreas públicas no entorno para instalação de infraestruturas de lazer e contemplação; garantir a regularização fundiária das áreas públicas e privadas.

Descrição: corresponde ao limite total da RPPN.

b) Zona de Recuperação (ZR)

Área: 35.687 m²

Definição: áreas onde ocorreu ou ocorre degradação ambiental e onde são necessárias intervenções visando à recuperação da área; podem estar localizadas em qualquer área da RPPN (ICMBio, 2015);

Objetivo: deter o avanço do processo erosivo e dos impactos oriundos das ocupações irregulares no entorno do geossítio; são permitidas atividades de visitação e educação ambiental e a instalação de infraestruturas como viveiro de mudas e galpão, além do plantio de espécies nativas.

Descrição: corresponde à área total da RPPN. Alcançado o objetivo da recuperação, pode ser reclassificada para Zona de Visitação.

c) Zona de Visitação (ZV)

Área: 500 m (extensão)

Definição: são áreas naturais, que permitem alguma forma de intervenção visando ao uso turístico; deve conter atrativos naturais ou culturais relevantes e outros atributos que justifiquem a visitação (ICMBio, 2015).

Objetivo: possibilitar o desenvolvimento das atividades de uso público voltadas para a valorização do geopatrimônio da Voçoroca da Mãe Preta; são permitidas atividades de educação ambiental, turismo científico, recreação, interpretação ambiental, lazer e instalação de infraestruturas de apoio a essas atividades, como é o caso dos passadiços e painéis interpretativos.

Descrição: corresponde ao percurso geointerpretativo da Voçoroca da Mãe Preta, trilha proposta para percorrer os atrativos naturais da unidade.

7.2 Estratégias de Valorização

As estratégias de geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta têm como objetivo principal a valorização e a qualificação do geossítio para o uso prioritariamente educativo. Portanto, assume-se que não basta apenas proteção do geopatrimônio sem que haja, primeiramente, o entendimento dos aspectos que estão sob proteção legal.

Como observa Moreira (2014), muitas vezes as Unidades de Conservação não possuem meios interpretativos ou equipe técnica capacitada para abordar aspectos da geodiversidade local. Dessa forma, o presente item de pesquisa se debruçou sobre: (i) propostas de infraestruturas que possam ser implementadas no geossítio considerando a adoção das estratégias de gestão e (ii) materiais interpretativos que possam servir de apoio às atividades educativas do ensino formal e não formal.

7.2.1 Trilha e materiais Geointerpretativos da Voçoroca da Mãe Preta

O inventário do geossítio revelou a existência de uma série de atrativos do patrimônio natural que podem ser facilmente acessados ao longo de áreas centrais da Voçoroca da Mãe Preta. Esses atrativos foram classificados quanto à temática principal de interesse no contexto educativo (quadro 10). A partir deste mapeamento, definiu-se um percurso circular, de caráter interpretativo, que percorre os principais atrativos do geossítio, denominado “Trilha Geointerpretativa da Voçoroca da Mãe Preta” (quadro 11).

Quadro 10. Atrativos de interesse educativo da Voçoroca da Mãe Preta

Atrativo	Temática principal
Arenitos com estratificação cruzada	Geologia
Fósseis	Geologia
Lateritas	Geologia
Aquífero Rio Claro	Hidrogeologia
Córrego Mãe Preta	Hidrogeologia
Fisionomias de Cerrado	Biologia
Mirante do Espigão	Interdisciplinar
Mirante da Whirlpool	Interdisciplinar
Nome Mãe Preta	Cultural

Fonte: autora.

Quadro 11. Ficha resumo da Trilha Geointerpretativa da Voçoroca da Mãe Preta

Aspecto	Descrição
Função	Caráter educativo e interpretativo, envolvendo elementos da geodiversidade e da biodiversidade presentes na Voçoroca da Mãe Preta
Forma	Circular, com passadiços
Grau de dificuldade	Médio
Extensão	Percurso local - 500 metros
Recursos de Interpretação ambiental	Trilha guiada ou autoguiada, com painéis e roteiros interpretativos

Fonte: autora.

A trilha geointerpreativa percorre todos os atrativos de interesse educativo da Voçoroca da Mãe Preta. Entretanto, os pontos de parada foram definidos considerando interesse e relevância do atrativo para a compreensão do geossítio e das suas relações com o território do municipal. Assim, o percurso ficou composto de quatro pontos interpretativos (figura 41).

Para cada ponto, foram elaborados de painéis interpretativos, que são materiais de baixo custo e de grande alcance, com importantes efeitos

multiplicadores, que podem servir como guias para monitores e professores locais em visitas educativas ou recreativas (Liccardo e Guimarães, 2014). De forma complementar, foi elaborado um roteiro de campo para uso na trilha (apêndice I).

Figura 41. Trilha Geointerpretativa da Voçoroca da Mãe Preta



Fonte: autora.

a) Ponto Interpretativo 1: Córrego Mãe Preta e Aquífero Rio Claro

O córrego Mãe Preta permeia toda a voçoroca. Além da sua importância na composição deste ecossistema, é um afluente importante do Ribeirão Claro, manancial hídrico de abastecimento público de Rio Claro. As nascentes são um afloramento direto do aquífero Rio Claro, um reservatório que ocorre em boa parte do município, também utilizado para abastecimento.

Dessa forma, neste ponto é possível abordar desde a relação entre as características físicas do ambiente (como tipos de rocha e a capacidade de armazenamento de água; diferentes tipos de aquífero; relação dos tipos de vegetação com solos e rochas) às relações socioambientais, político e econômicas municipais (rede hídrica; múltiplos usos da água; abastecimento público; importância de conservação de nascentes).

Esses conteúdos foram sintetizados no painel “Aqüífero Rio Claro: águas que as rochas guardam” (figura 42). A proposta do painel, em conjunto com o roteiro, é despertar o olhar para a quantidade de nascentes e áreas úmidas presentes na voçoroca e a sua conexão com todo o sistema hídrico e de abastecimento público de Rio Claro, evidenciando pontos de fragilidade e prioridades de conservação.

Figura 42. Painel “Aqüífero Rio Claro: águas que as rochas guardam”



Fonte: autora.

b) Ponto Interpretativo 2: Seção-tipo da Formação Rio Claro

A seção-tipo (que, neste caso, é entendida como o melhor ponto de observação do perfil da Formação Rio Claro na voçoroca) reúne as principais características da Formação Rio Claro, incluindo os depósitos fossilíferos e os arenitos com estratificação cruzada. Neste ponto, é possível abordar aspectos da evolução do tempo geológico e a formação da região onde se insere o município de Rio Claro buscando, essencialmente, a relação dos registros presentes no geossítio com a história geológica.

geodiversidade da voçoroca que possibilitam o desenvolvimento destas diferentes fisionomias, como tipos de solo, afloramentos rochosos, características do terreno e nível do lençol freático (aspectos já descritos no item 6.1.7).

Ao longo do percurso, características de cada fitofisionomia podem ser observadas e sentidas, como, por exemplo, nas diferenças de temperatura e de solos entre as áreas de Campo Úmido e de Mata Galeria, ou no contraste dos estratos das áreas de Cerradão e de Cerrado *Sensu Stricto*. O painel 3 buscou elucidar essas relações (figura 44).

Figura 44. Painel “O Cerrado da Voçoroca da Mãe Preta”



Fonte: autora.

d) Ponto Interpretativo 4: Mirante da Whirlpool

O quarto e último ponto proposto para a Trilha Geointerpretativa da Voçoroca da Mãe Preta é o Mirante da Whirlpool, localizado na parte alta da feição e aos fundos da empresa de nome homônimo. Parte do terreno da voçoroca pertence a esta propriedade, que tem proposto projetos de revitalização e de qualificação da parte superior da erosão para o uso público. Foi apresentado um projeto

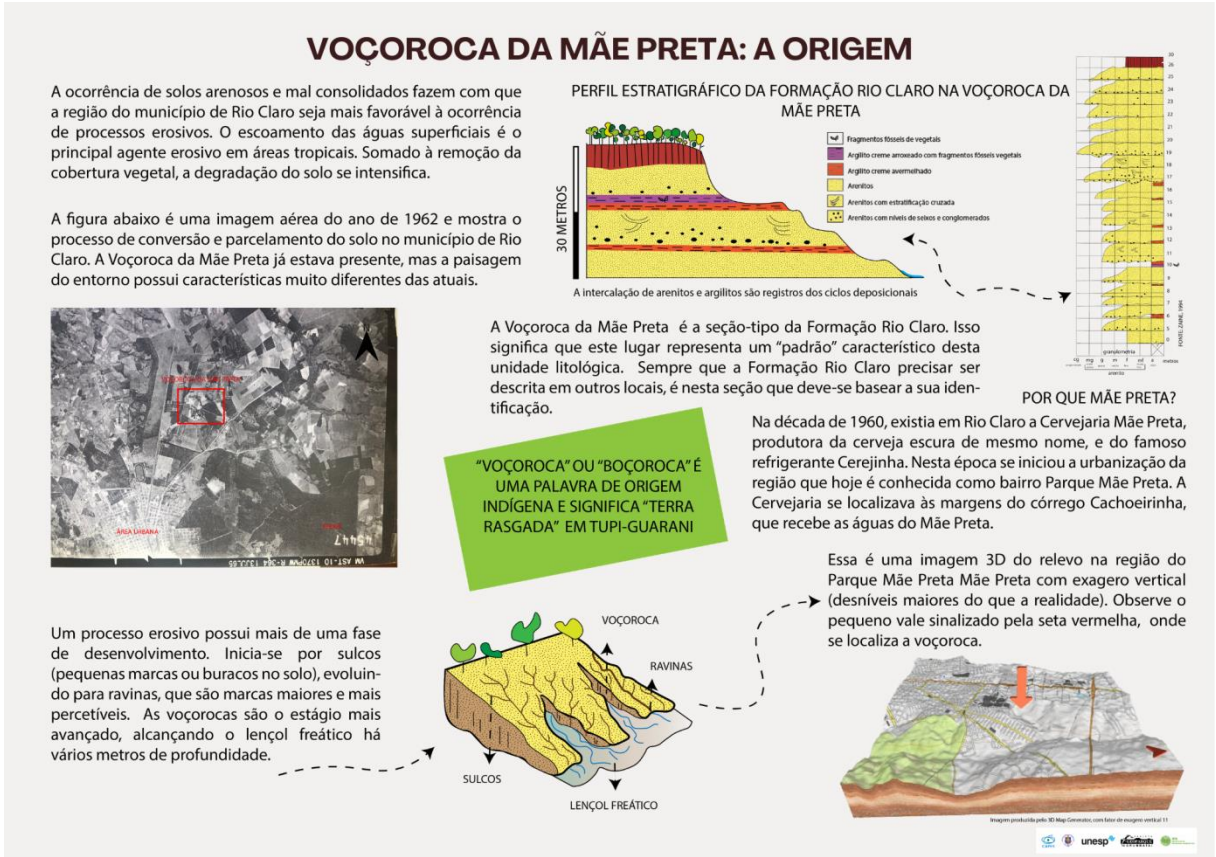
arquitetônico projetando a estrutura do mirante, áreas de descanso e a revitalização das áreas de passeio. Um projeto de Compensação Ambiental também está em desenvolvimento (ano de 2024) para a restauração de Cerrado nesta área.

Deste ponto, se tem uma visão ampla da voçoroca e das áreas do entorno. A proposta é aproveitar a visão macro e interdisciplinar do ambiente para resgatar o histórico da Voçoroca da Mãe Preta, a origem de seu nome, fatores de contribuição para a formação do processo erosivo e a sua importância como seção-tipo da Formação Rio Claro (figura 45).

Para compor a os recursos de interpretação ambiental deste ponto, foi gerada uma maquete 3D da microbacia do córrego Mãe Preta, na escala 1:10.000, posteriormente redimensionada para, 50 cm de largura (dimensão X), 55 cm de comprimento (dimensão Y) e 8 cm de altura (dimensão Z), com fator de exagero vertical 1.

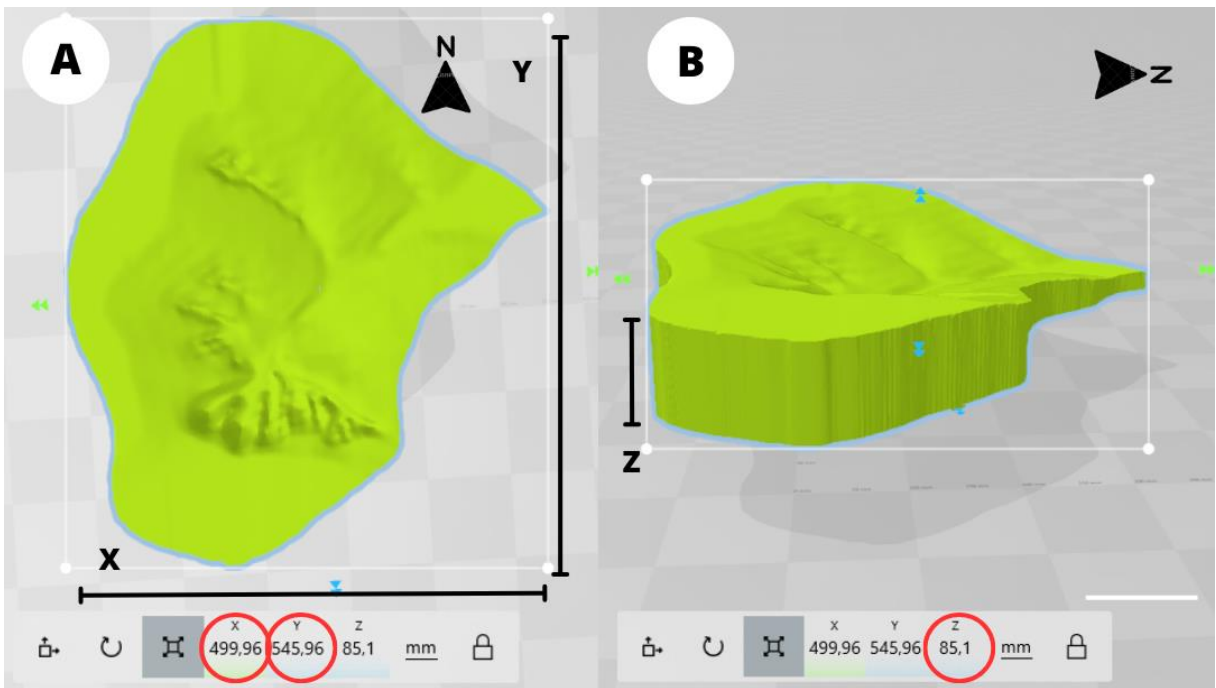
Há muito tempo as maquetes são um recurso educativo bastante eficaz. Elas permitem um domínio visual do espaço geográfico, o que permite ao observador estabelecer e interpretar relações sistêmicas entre a sua posição no espaço e os elementos ao seu redor em diferentes perspectivas (Almeida, 2002; Baptista *et al.*, 2024). A maquete que pode estar fixada ao lado do painel interpretativo, elucidando, de forma visual e tátil, aspectos do relevo da Voçoroca da Mãe Preta e ocorrência das Formações Geológicas. O material está disponível para impressão, no formato .stl, compatível com *softwares* de impressora 3D (figura 46).

Figura 45. Painel “Voçoroca da Mãe Preta: a origem”



Fonte: autora.

Figura 46. Imagem do modelo 3D da microbacia do córrego Mãe Preta.



Fonte: autora.

7.2.2 Estruturas de conservação da Trilha Geointerpretativa

Considerando a fragilidade do ambiente e as várias travessias sobre cursos d'água, percebe-se a necessidade de instalação de passadiços elevados tanto para conservação do solo e das exposições da Formação Rio Claro, bem como para viabilizar o acesso aos atrativos.

Os pisos elevados são boas alternativas para o planejamento de trilhas de uso público em Unidades de Conservação, pois se tratam de materiais de baixo custo, harmoniosos com áreas naturais, de alta durabilidade e baixo impacto (figura 47). Como aponta o manual para instalação de trilhas (São Paulo, 2009), passadiços são ideais para trilhas em áreas planas de lençol freático alto, onde não se consegue alcançar um solo mineral firme, oferecendo um substrato estável acima do nível de saturação da água, como é o caso da maior parte do terreno da Voçoroca da Mãe Preta.

Figura 47. Exemplos de passadiços de madeira. A, B e C) Passadiços do Parque Natural Municipal do Basalto em Araraquara (SP); D) Passadiços da Trilha da Natureza, na UFSCar em São Carlos (SP).



Fonte: autora

Além disso, serão necessárias estruturas de proteção do ponto de observação da seção-tipo. Os depósitos fossilíferos e as estratificações cruzadas nos arenitos da Formação Rio Claro são elementos muito frágeis e sujeitos a diversos tipos de degradação, desde o pisoteamento à desintegração por agentes naturais, como chuva ou vento. Deste modo, medidas técnico-administrativas devem ser adotadas para, além de potencializar os usos educativos, valorizar e proteger o patrimônio natural *in situ*, ou seja, em seu local de origem.

Para Ponciano *et al.* (2011), a principal vantagem da conservação do patrimônio geológico e paleontológico *in situ* é a manutenção do contexto original e da integridade dos fósseis, nos aspectos sedimentológicos, estratigráficos e tafonômicos, minimizando os riscos de perda que ocorrem, principalmente, durante a coleta e o transporte. Por outro lado, os autores ressaltam que a instalação das infraestruturas deve ser planejada com base em um amplo estudo das características naturais da área, o que irá subsidiar a escolha de melhores tipos de materiais e estruturas adequadas para o geossítio e evitando, assim, exageros ou medidas equivocadas que podem causar o desinteresse dos visitantes.

Dentre as estruturas projetadas para a conservação de elementos *in situ*, tem-se alguns mais comuns como telhados, andaimes, e barreiras para escoamento ou desvio de águas superficiais (Ponciano *et al.*, 2011). Exemplos de estruturas podem ser observadas na figura 48.

Figura 48. Exemplo de conservação *in situ*: a) Geossítio Sambaqui da Beirada (Saquarema/RJ) e b) Fóssil coberto por uma tenda de vidro no Parque Sigri, Geoparque Lesvos (Grécia).



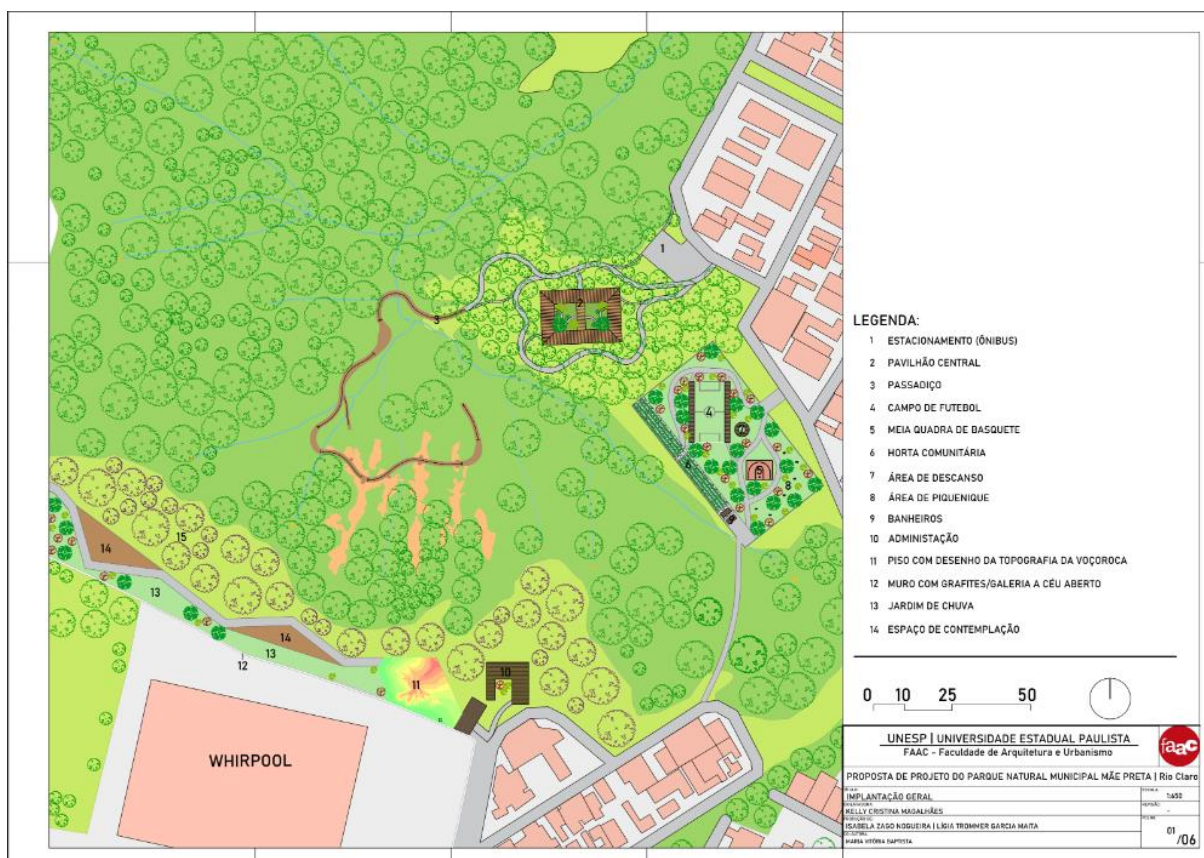
Fonte: Secretaria de Estado e Cultura (RJ) e Carvalho (2013).

7.2.3 Projeto Paisagístico

O Projeto Paisagístico foi elaborado pela equipe de Arquitetura e Paisagismo da Faculdade de Arquitetura, Aretes e Urbanismo (FAAC) da Unesp-Bauru e teve como objetivo projetar as infraestruturas propostas para a conservação e gestão da Voçoroca da Mãe Preta. Nesse sentido, o material apresenta modelos dos passadiços sobre a Trilha Geointerpretativa e das demais infraestruturas como Centro de Visitantes, mirantes e mesmo a revitalização de espaços de uso público no entorno da voçoroca.

O projeto conta com três áreas projetadas: a primeira, de acesso superior da Voçoroca da Mãe Preta, é onde está proposto um parque linear que se conecta com a proposta da empresa Whirlpool de revitalização do espaço. A segunda proposta incorporou o campinho de futebol da comunidade, visando sua revitalização e qualificação. A terceira área, por fim, é o projeto central da Voçoroca da Mãe Preta, onde estão projetados os passadiços e estruturas administrativas (figura 49).

Figura 49. Projeto Paisagístico da Voçoroca da Mãe Preta.



Fonte: Zago et al. (2024).

7.3 Estratégias de Divulgação

O último item das estratégias de geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta apresentado neste trabalho se refere às estratégias de divulgação do geossítio. Nele, serão apresentados materiais já produzidos para apresentação da voçoroca em eventos, bem como ações realizadas ao longo da pesquisa visando à divulgação do projeto. Além disso, será apresentada uma lista de público-alvo e potenciais parceiros que podem ser envolvidos nas ações relacionadas ao geossítio, desde a criação da UC aos usuários finais.

7.3.1 Divulgação em eventos, palestras e entrevistas

Ao longo da pesquisa, buscou-se a apresentação do projeto em eventos científicos e eventos locais do município de Rio Claro. As propostas de criação de uma UC na Voçoroca da Mãe Preta foram apresentadas no Encontro dos Estudantes de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente (outubro de 2022), no Simpósio de Geologia do Sudeste, no Rio de Janeiro (Baptista *et al.*, 2023), no Congresso de Geografia Política, Geopolítica e gestão do território, em São Paulo (Baptista *et al.*, 2023) e na 1ª Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação de Rio Claro (dezembro de 2023). Para este último, foi elaborado um pôster que tem sido usado em demais eventos de divulgação do Projeto Geoparque Corumbataí (figura 50).

Figura 50. Pôster de Divulgação da Voçoroca da Mãe Preta.



Fonte: autora.

No mesmo ano, a partir de denúncias de moradores locais sobre o descarte de lixo e as queimadas ilegais desses resíduos (prática que vinha afetando consideravelmente as moradias no entorno), a Emissora Pioneira de Televisão (EPTV) regional de São Carlos e Araraquara contatou a equipe do projeto para a gravação de uma entrevista sobre as propostas de recuperação e conservação do espaço, a qual se transformou em uma matéria do Portal G1 (G1, 2023). Logo em seguida, a Tv Claret, emissora local de Rio Claro, se interessou pelo tema e uma segunda entrevista foi ao ar na rede local (Tv Claret, 2023). A partir desta última, a Associação *Rotary Club* teve conhecimento do projeto e uma nova palestra foi apresentada em Rio Claro, para os associados, em outubro de 2023.

Todas as apresentações, interações e troca de idéias com a comunidade científica foram indispensáveis para a elaboração destas propostas, pois possibilitaram a construção de novas idéias e adaptação de metodologias para a melhoria do projeto. As interações com a comunidade local de Rio Claro foi fundamental para ampliar a divulgação tanto da importância da Voçoroca da Mãe Preta para o município e para o Projeto Geoparque Corumbataí, o que foi positivo, também, na incorporação de parceiros ao projeto, como por exemplo, na apresentação da proposta para ciência e apoio da gestão das APA Corumbataí e Piracicaba.

7.3.2 Público-alvo e parceiros

O interesse das instituições de ensino em conhecer e integrar o Projeto Geoparque Corumbataí nas atividades de ensino tem aumentado anualmente e, necessariamente, houve um aumento na demanda de uso dos geossítios que atualmente fazem parte do roteiro educativo do geoparque.

A Voçoroca da Mãe Preta é um geossítio de fácil acesso em Rio Claro e que comporta um ecossistema em regeneração onde estão reunidos elementos da biodiversidade, da geodiversidade e da sociodiversidade em constante interação, que fazem do geossítio um laboratório a céu aberto didático e interdisciplinar com grande potencial de compor as atividades do projeto Geoparque Corumbataí. Para isso, este geossítio precisa ser valorizado e qualificado para o uso público e o envolvimento de parceiros é a base da articulação.

Dos atores locais do bairro Parque Mãe Preta, a ONG Pé na Rua e o projeto Sal da Terra são as Organizações da Sociedade Civil (OSC) que têm atuação direta

com a comunidade. O Sal da Terra, com frequência, organiza mutirões para revitalização e qualificação de espaços de lazer no bairro. São duas instituições inseridas na comunidade e com atuação direta com crianças e adolescentes, aspecto potencial para o desenvolvimento de atividades educativas na voçoroca.

Além disso, o bairro conta com um Centro de Artes e Esportes Unificados (CEU) onde são desenvolvidas atividades socioculturais, assistenciais, esportivas, recreativas, de formação e qualificação. É um espaço importante para o desenvolvimento de atividades do Projeto Geoparque Corumbataí em parceria com escolas e OSC. No bairro há duas escolas públicas, uma de Ensino Infantil (E.M. Monteiro Lobato) e uma de Ensino Fundamental (E.M. Jovelina Morateli). A articulação e parceria entre essas instituições podem favorecer a criação de um projeto de geoeducação no bairro Mãe Preta, tendo a Voçoroca da Mãe Preta como objeto de estudo nas atividades de ensino formal e não formal.

A Unesp-Rio Claro é uma ator chave, tanto na valorização do geossítio como na articulação necessária para a sua proteção por meio do Projeto Geoparque Corumbataí que pode, sobretudo, favorecer o envolvimento da comunidade em atividades de geoconservação. Pode ser a propulsora na articulação de instituições e no desenvolvimento das atividades.

Para efetivação da UC, é indispensável a presença e parceria da Prefeitura Municipal de Rio Claro, principalmente por meio da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, pois é por meio do Conselho Municipal de Meio Ambiente, segundo o Plano Diretor de Rio Claro (Rio Claro, 2024) que a proposta deve ser submetida e aprovada. Cabe ressaltar que o presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo Conselho Científico do Instituto de Pesquisas Ambientais do estado de São Paulo (IPA) e vem sendo assessorado por este. Da mesma forma, a Fundação Florestal, por meio da APA Piracicaba, onde se insere a área de estudo, mostrou-se favorável ao desenvolvimento do projeto.

Também em âmbito regional, vale destacar a forte atuação do consórcio PCJ na gestão de recursos hídricos da bacia do rio Corumbataí e, mais ainda, como integrante da equipe propulsora do projeto Geoparque Corumbataí, compondo, atualmente, seu Comitê Científico. Já na esfera federal, o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) pode ser um parceiro importante para efetivação da proposta.

No âmbito das instituições privadas, a empresa Whirlpool é a principal parceira do projeto e ator fundamental para a criação da UC, uma vez que é proprietária de parte da Voçoroca da Mãe Preta e interessada na sua proteção e recuperação. Esta empresa é uma grande promotora e divulgadora de projetos vinculados aos ODS – Agenda ONU 2030, inclusive promotora de atividades anuais em Rio Claro. O quadro 12 reúne os atores mencionados anteriormente.

Quadro 12. Atores e parceiros potenciais

Atores	Esfera de atuação
Projeto Geoparque Corumbataí	Municipal
ONG Pé na Rua	Organização da Sociedade Civil
Projeto Sal da Terra	Organização da Sociedade Civil
CEU das Artes	Pública Municipal
E. M Monteiro Lobato	Pública Municipal
E. M Jovelina Morateli	Pública Municipal
Unesp Rio Claro	Pública Estadual
Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Rio Claro	Pública Municipal
Instituto de Pesquisas Ambientais	Pública Estadual
Fundação Florestal	Pública Estadual
Consórcio PCJ	Privada
Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio)	Federal
Whirlpool	Privada

Fonte: autora.

8 GEOCONSERVAÇÃO DA VOÇOROCA DA MÃE PRETA E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A Voçoroca da Mãe Preta possui uma diversidade de atributos naturais importantes para a manutenção dos ecossistemas e da qualidade de vida humana. A seguir, serão destacados como os benefícios de proteção, conservação e recuperação deste geossítio podem contribuir para o alcance direto de alguns dos 17 ODS da ONU (quadro 13).

Quadro 13. ODS diretamente envolvidos na criação de uma área protegida na Voçoroca da Mãe Preta

ODS	Descrição	Relação com a geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta
	Garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades	O contato com a natureza possui muitos benefícios para a saúde, já identificados por diversos autores como Fatores Naturais Terapêuticos (FNT). Além disso, a conservação das áreas naturais possui benefícios diretos para a qualidade de vida humana, como é o caso dos Serviços Ecossistêmicos
	Garantir uma educação de qualidade inclusiva e equitativa e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos	A valorização de geossítios de uso educativo, como é o caso da Voçoroca da Mãe Preta, pode contribuir para o aumento de aulas práticas, potencializando estratégias de ensino-aprendizagem e a inserção de estudantes no seu território e, mais ainda, a oferta de atividades de ensino em escolas periféricas.
	Garantir a disponibilidade e o gerenciamento sustentável da água e saneamento para todos	A proteção das Voçoroca da Mãe Preta é uma contribuição direta à manutenção e melhoria da qualidade e da quantidade da água do município de Rio Claro, uma vez que se trata de uma área de recarga e de afloramento de um aquífero superficial livre e muito vulnerável à contaminação

	Tornar cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	A proteção da Voçoroca da Mãe Preta contribui para o aumento das áreas verdes na cidade de Rio Claro e a manutenção de Serviços Ecossistêmicos, como: regulação do microclima urbano, melhoria da sensação térmica, aumento de áreas permeáveis; qualidade da água; lazer e educação, proteção e manutenção da biodiversidade, entre outros.
	Tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos	A criação da UC Mãe Preta promove a proteção da geodiversidade e da biodiversidade, variáveis essenciais para a manutenção dos ecossistemas e da vida humana
	Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerenciar florestas de forma sustentável, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da Terra e deter a perda da biodiversidade	A Voçoroca da Mãe Preta ainda conserva áreas importantes para a manutenção do fluxo gênico da fauna e da flora, identificadas como Refúgio da Vida Silvestre, que devem ser protegidas para garantir a biodiversidade
	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável	Os diversos atores levantados nessa pesquisa, juntos, podem contribuir para a valorização, proteção, conservação e uso sustentável da Voçoroca da Mãe Preta, o que envolve a iniciativa privada, o poder público, a comunidade científica e a população local, mas também entidades internacionais como a UNESCO, responsável pelo projeto dos Geoparques Mundiais, indo ao encontro de todos os ODS mencionados.

9 CONCLUSÕES

A Voçoroca da Mãe Preta compreende um ecossistema sensível, em regeneração, muito suscetível à degradação e com alto potencial de uso científico e educativo. A presente pesquisa, por meio da caracterização da área, do inventário do patrimônio natural e do estudo de mecanismos de proteção, fornece subsídios para compreender as prioridades de proteção da Voçoroca da Mãe Preta e os aspectos sociais, políticos, econômicos e administrativos que estão envolvidos nessa ação.

Os mecanismos de proteção vigentes sobre a Voçoroca da Mãe Preta, tanto na esfera municipal, no caso do Plano Diretor, quanto estadual e federal, no caso da APA Piracicaba e do Código Florestal, respectivamente, não se mostraram suficientes para garantir a proteção da área, como pode ser observado a partir das atividades de campo onde foram constatadas as diversas atividades degradantes às quais a voçoroca está submetida.

A proposta de criação de uma UC é também um meio de congregar os objetivos destes mecanismos e tornar efetivas as medidas estipuladas para recuperação, proteção e conservação da Voçoroca da Mãe Preta. As estratégias para isso envolvem a conservação da natureza, a gestão do geopatrimônio, a popularização das geociências e a valorização do território local, além de contribuir para o aumento da oferta de áreas de uso público, seja pra o lazer, a educação ou o turismo.

Por outro lado, é importante que as propostas de UC apresentadas sejam avaliadas com cautela visando ao máximo a conciliação entre a conservação ambiental e o uso público e sustentável da Voçoroca da Mãe Preta. Aqui, valem algumas considerações sobre as três categorias de UC apresentadas.

O Parque Natural Municipal é tido como o cenário ideal de proteção da Voçoroca da Mãe Preta, pois se trata de uma unidade de Proteção Integral de domínio público, o que facilita a sua gestão, principalmente no que diz respeito à fiscalização e monitoramento da área. Além disso, é uma unidade que tem o uso público como um de seus objetivos principais. Por outro lado, a desapropriação de terras é um ponto importante e nevrálgico nesta categoria. Cabe à Prefeitura Municipal uma análise aprofundada da sua viabilidade e proceder com a

regularização fundiária das propriedades que compõe a região, assim como recomenda o Plano Diretor de Rio Claro.

O Monumento Natural é uma categoria importante nesta análise, pois em caráter de urgência, é a mais viável para criação, pois dispensa a desapropriação de terras. Além disso, o MoNa se mostrou a categoria mais relacionada com a proteção do geopatrimônio no Brasil. Por outro lado, a gestão de áreas privadas por meio de instituições públicas é dificultada e os proprietários continuam com autonomia sobre as atividades desenvolvidas no local.

A Reserva Particular do Patrimônio Natural é considerada a menor medida de proteção e conservação da voçoroca. A RPPN engloba apenas uma pequena parcela do processo erosivo que, apesar de ser o mais importante no contexto científico e educativo, sofre grande pressão das atividades do entorno. Considerando os objetivos desta pesquisa, de conservação e gestão do patrimônio natural, a RPPN, apesar de se enquadrar no contexto da voçoroca, não parece garantir os objetivos propostos.

Apesar do SNUC ter se mostrado um instrumento viável para aplicação sobre a gestão da Voçoroca da Mãe Preta, amparado pela *IUCN*, observa-se que os mecanismos de proteção existentes no Brasil ainda não são suficientes ou adequados para a incorporação do geopatrimônio, principalmente porque essas feições podem ocorrer em diversas situações que não são consideradas relevantes para a criação de áreas protegidas no contexto atual da legislação.

Assim, considerando a geodiversidade como este elemento fundamental do ecossistema, dotado de tantos atributos e serviços essenciais para a manutenção da vida, humana e não humana, ainda é preciso investir esforços em políticas mais amplas de proteção do geopatrimônio, que estejam devidamente contextualizadas e amparadas pelos princípios da geoconservação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Revista do Instituto Geológico**. São Paulo, 39 (3), 9-75, 2018.

ALMEIDA, R. D. A interpretação da área de estudo por meio de um modelo tridimensional. In: MASCARENHAS, S., VALEIRAS, N., SANTOS, S. A. M. **O estudo de Bacias Hidrográficas: uma estratégia para educação ambiental**. RiMa. São Carlos. 2002, cap. 4, p. 43-51.

ARARAQUARA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano de Manejo da Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Natural do Basalto**. Volume I. 2020.

BAPTISTA, M. V; PERINOTTO, J. A. J.; ZAINE, J. E. KOLYA, A. A. **Propostas de valorização e divulgação do geoaprimônio da Voçoroca da Mãe Preta, geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí**. 17º Simpósio de Geologia do Sudeste: Conectando Geociências e Sociedade. Rio de Janeiro, RJ. Livro de Resumos. p.143. 2023. Disponível em <<https://geosudeste.com.br/>> Acesso em 04 set. 2024.

BAPTISTA, M.V.; RUFFINO, P. H. P.; SANTOS, S. A. M.; REZENDE, G. R. Conhecer para pertencer: construção participativa de materiais educativos sobre bacias hidrográficas em áreas urbanas do Médio Rio Mogi-Guaçu. **Terrae Didática**. 20, 1-8, e024014. 2024. Doi: [10.20396/td.v20i00.8675894](https://doi.org/10.20396/td.v20i00.8675894)

BAPTISTA, M. V; ZAINE, J. E; RUFFINO, P. H. P. **Políticas de Gestão territorial como instrumento para a geoconservação: proposta de Parque Natural Municipal Mãe Preta, geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí**. Congresso Brasileiro de Geografia Política, Geopolítica e Gestão do território: Agendas, atores e pesquisas. São Paulo, SP. Anais. Disponível em <<https://www.even3.com.br/anais/ivcongeo/>> Acesso em 04 set. 2024.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana do estado de São Paulo**. Tese. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo. 1997. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/publico/Tese.PDF>> Acesso em 23 ago. 2024.

BJÖRNBERG, A, J. S.; LAMBIM, P. M. B. **Contribuição ao estudo da Formação Rio Claro (Neocenoico)**. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia., 15(4): 43-67. 1966.

BOGGIANI, P. C. A aplicação do conceito de Geoparque da UNESCO no Brasil e relação com o SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação. **Revista Patrimônio Geológico e Cultura** - v.1, nº1, 2010. Disponível em <<http://www.geoturismobrasil.com/001%20-%20revista.html>> Acesso em 23 ago. 2024

Borrini-Feyerabend, G., N. Dudley, T. Jaeger, B. Lassen, N. Pathak Broome, A. Phillips e T. Sandwith (2017). **Governança de Áreas Protegidas: da compreensão à ação**. Série Diretrizes para melhores Práticas para Áreas Protegidas, No. 20,

Gland, Suíça: UICN. xvi + 124pp. Disponível em <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-020-Pt.pdf>> Acesso em 02 set. 2024.

BRAGA, T. **Pedestrianismo e percursos pedestres**. Amigos dos Açores. Associação Ecológica. Pico da Pedra. 2007. Disponível em <<https://www.amigosdosacores.pt/sites/default/files/documents/7514796-pedestrianismo-e-percursos-pedestres.pdf>> Acesso em 26 ago. 2024.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 25 de 30 de novembro de 1937**. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Publicada no D.O.U de 6 de dezembro de 1937.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 2 de 1994**. Aprova o texto da Convenção da Diversidade Biológica. Publicada no D.O.U de 4 de fevereiro de 1994.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 97.632 de 10 de abril de 1986**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, Inciso VIII, da Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 e dá outras providências. Publicada no D.O.U de 12.4.1981. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm#:~:text=DECRETA%3A,Par%C3%A1grafo%20%C3%BAnico.>> Acesso em 23 ago.2024.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 2 de 1994**. Aprova o texto da Convenção da Diversidade Biológica. Publicada no D.O.U de 4 de fevereiro de 1994.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 1.922 de 5 de junho de 1996**. Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural e dá outras providências. Publicada no D.O.U de 7 de junho de 1996.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 2.519 de 16 de março de 1998**. Promulga a Convenção da Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Publicada no D.O.U. de 17 de março de 1998.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 5.746 de 5 de abril de 2006**. Regulamenta o art. 21 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Publicado no D.O.U de 06 de abril de 2006

BRASIL. **Decreto Lei Nº 4.146 de 4 de março de 1942**. Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos. Publicada no D.O.U de 31.12.1942

BRASIL. **Lei Federal Nº 9.985 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. Publicada no D.O.U de 19 de julho de 2000.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Publicado no D.O.U de 28.05.2012. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em 23 ago. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 01 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes para avaliação de impacto ambiental. Publicada no D.O.U de 17 de fevereiro de 1986. Disponível em <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745> Acesso em 23 ago 2024.

BRILHA, J. Patrimônio Geológico e Geoconservação. A conservação da natureza na sua vertente geológica. **Palimage Editores**. Braga. 2005. Disponível em <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5432>> Acesso em 23 ago. 2024.

BRILHA, J.; DIAS, G.; PEREIRA, D. **A geoconservação e o ensino/aprendizagem da Geologia**. Simpósio Ibérico do Ensino da Geologia. Livro de Actas. Universidade de Aveiro, Portugal. 2006. Disponível em <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5368>> Acesso em 23 ago. 2024.

BRILHA, J. A importância dos geoparques no ensino e divulgação das geociências. **Revista do Instituto de Geociências - USP**. Geol. USP, Publ. espec., São Paulo, v.5, p. 27 - 33, outubro. 2009. DOI: [10.11606/issn.2316-9087.v5i0p27-33](https://doi.org/10.11606/issn.2316-9087.v5i0p27-33)

BRILHA, J. **A rede global de Geoparques Nacionais: Um instrumento para Promoção Internacional da Geoconservação**. In: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: A Review. **Geoheritage**, 8, 119-134. 2015. Disponível em <<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1764478>> Acesso em 23 ago. 2024.

CANIZARES, A. D. **Geodiversidade paulista: estudo da percepção do público e proposta de estratégias de comunicação**. Dissertação. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. São Paulo. 2021. 231p. Disponível em <<https://repositorio.usp.br/item/003064723>> Acesso em 23 ago. 2024.

CARVALHO, M. J. R. P. Geoparque da Floresta Petrificada de Lesvos (Grécia): balanço de 10 anos de atividades no patrimônio geológico e na comunidade local. **Dissertação de Mestrado**. Universidade do Minho. Escola de Ciências. Braga. 2013.

CHAVES, T. A.; ANDRADE, A. G.; LIMA, J. A. J.; PORTOCARRERO, H. (2012). **Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural. Programa Rio Rural**. Niterói, RJ. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126102/1/Recuperacao-areas-degradadas-2012.pdf>> Acesso 23 ago. 2024.

CNUC – CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Painel Unidades de Conservação Brasileiras. Disponível em <<https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>> Acesso em 02 set. 2024.

CNUC – CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Apostila. **Curso a distância sobre o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Módulo 1. 2022. Disponível em <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protetidas/plataforma-cnuc-1/GuiaSNUCCNUCmdulo1.pdf>> Acesso em 23 ago. 2023.

COSTA, S.S.S.; NASCIMENTO, M. **Mapa dos Projetos, Aspirantes e Geoparques Mundiais da UNESCO no Brasil**. 1:23.3000.000, 20cmx20cm. 2024.

COUTO, M.; FIGUEIREDO, C. A. Geoconservação em monumentos naturais no Brasil. UFRJ. Departamento de Ciências Ambientais. **PhysisTerra**. Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente, 1(2), 231-248 doi: <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2269>

CPRM, 1986.; SOUSA, 1997.; ZAINÉ, 1994 e CEAPLA/UNESP, 2004. Base Geológica Simplificada da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí. Escala 1:200.000.

CROFTS, R.; GORDON, J.E.; BRILHA, J.; GRAY, M.; GUNN, J.; LARWOOD, J.; SANTUCCI, V. L.; TORNEY, D.; WORBOYS, G.L. **Diretrizes para a geoconservação em áreas protegidas**. Série Diretrizes para melhores Práticas para Áreas Protegidas N.º 31. Gland, Suíça: IUCN. 2022. Disponível em < <https://portals.iucn.org/library/node/49875> > Acesso em 23 ago. 2024

CUNHA, A. G. **De pedra a parque: a transformação de uma área urbana degradada em uma área de uso público**. Dissertação. Centro Universitário de Araraquara - UNIARA. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Araraquara. 2009. Disponível em < http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=164157 > Acesso em 23 ago. 2024

DUDLEY, N. **Guidelines for Applying Protected Area Management Categories**, IUCN, Gland (Switzerland), 2008

ECOFUTURO. **Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Botujuru - Serra do Itapety**. Programa Reservas Ecofuturo. SPLF Investimentos e Participações. São Paulo. 2014. Disponível em <<http://www.ecofuturo.org.br/wp-content/uploads/2016/11/3636bd4365d5324244711fb3856f20ec9ca78f2f.pdf>> Acesso em 10 jul. 2024

FERREIRA, R. R. M. **Recuperação de voçorocas de grande porte**. Portal EMBRAPA. 2015. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1025952/recuperacao-de-vocorocas-de-grande-porte>> Acesso em 23 ago. 2024

FLEIG, R.; NASCIMENTO, I. B.; VALDATI. Geoparques: Desenvolvimento sustentável e Agenda 2030. **Revista do Departamento de Geografia**, 42, e193925. DOI: [10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.193925](https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.193925)

FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2018. **Plano de Manejo do Monumento Natural Estadual da Pedra Grande**. Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Disponível em <<https://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/mona-pedra-grande/>> Acesso em 19 jun. 2024

G1 – O Portal de notícias da Globo. **Lixo é descartado perto de área de preservação que pode se tornar geossítio em Rio Claro**. Notícia. G1 São Carlos e Araraquara. 2023. Disponível em < <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2023/07/11/lixo-e-descartado-perto-de-area-de-preservacao-que-pode-se-tornar-geossitio-em-rio-claro.ghtml> > Acesso em 04 set. 2024

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. **Editora Atlas S.A.** 4ª Edição. São Paulo. 2002.

GGN - Global Geoparks Network. **What is a UNESCO Global Geopark?** Publicado em maio de 2012. Disponível em <<http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/6398.htm>> Acesso em 23 ago. 2024.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Department of Geography. Queen Mary, University of London. **John Wiley & Sons, Ltd.** 2004.

GRAY, M. **Geodiversity and Geoconservation: What, Why and How?** Geodiversity and Geoconservation. The George Wright Forum. 22(3). 2005.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature**, 2nd. ed. Chichester, UK: Wiley-Blackwell. 2013.

GRAY, M. Ecosystem services. In: B. Vogel, K.S. Woo, R. Grunewald, R. Crofts, and G. Stolpe. (eds.). **Global Geoheritage: International Significance and Biodiversity Values—Workshop Proceedings**, pp. 39–43. BfN Skripten 500. Leipzig: German Federal Agency for Nature Conservation. 2018.

GUIMARÃES, T., MARIANO, G. Uso de trilhas como recurso didático: abordagem interdisciplinar no ensino das Geociências. **Estudos Geológicos**. Universidade Federal de Pernambuco. Junho de 2014.

HIGA, K. K. **Geoconservação no estado de São Paulo: panorama geral e diagnóstico de uso e proteção dos geossítios do inventário do patrimônio geológico**. Dissertação. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. São Paulo. 2019. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44144/tde-04072022-094013/pt-br.php>> Acesso em 23 ago. 2024.

HOFFMANN, V. H. **Mapa de susceptibilidade à erosão linear e monitoramento da Voçoroca da Mãe Preta em Rio Claro-SP**. Trabalho de Conclusão de Curso. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. (2021).

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. **Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural**. Brasília/DF. 2015. Disponível em <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/servicos-do-icmbio-no-gov.br/crie-sua-rppn/roteiro_metodologico_rppn_2015.pdf> Acesso em 26 ago. 2024.

IMPRESA RIO CLARO. **SEPLADEMA estuda criação do Parque Municipal da Mãe Preta**. 23 de outubro de 2013. Rio Claro - SP. Disponível em <<https://imprensa.rioclaro.sp.gov.br/?p=20585>>

IUCN. **Resolução 4.040 de 2008**. Conservation of Geodiversity and Geological Heritage. Disponível em <<https://portals.iucn.org/library/node/44190>> Acesso em 23 ago. 2024.

IUCN. **Resolução 6.083 de 2016**. Conservation of moveable geological heritage. Disponível em <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/IUCN-WCC-6th-005.pdf> Acesso em 23 ago. 2024.

IUGS - International Union of Geological Sciences. **The First 100 IUGS Geological Heritage Sites**. IUGS. Spain. 2022. Disponível em < https://iugs-geoheritage.org/geoheritage_sites/vajont-landslide/> Acesso em 23 ago. 2024

KOLYA, A. A. **Inventário, quantificação e valorização do Geopatrimônio na bacia do rio Corumbataí (SP): subsídios ao projeto Geoparque Corumbataí**. Dissertação. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2019. 134 p. Disponível em < <https://repositorio.unesp.br/items/34b6fdfd-0ec8-41c0-ae6a-5efc6b81376c>.> Acesso em 23 ago. 2024.

LICCARDI, A.; GUIMARÃES, G. B. Geodiversidade na educação. Estúdio Texto. Ponta Grossa. 136p. p.; Il. 2014.

LIMA, R. V.; GONÇALVES, M. P.; FIGUEIREDO, A. N. O despertar do uso educativo em espaços verdes urbanos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. São Paulo, v.19, n.2, p. 446-456. 2024. DOI: doi.org/10.34024/revbea.2024.v9.16171

MANSUR, K. L. Projetos Educacionais para a popularização das geociências e para geoconservação. **Revista do Instituto de Geociências - USP**. Geol. USP, Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 63 - 74, outubro. 2009.

MELO, M. S., COIMBRA, A. M., CUCHIARETO, G. Fácies Sedimentares da Formação Rio Claro, Neocenoico da Depressão Periférica Paulista. **Revista IG São Paulo**, 18 (1/2), 49-63, jan./dez./1997.

MENDES, A. C. P. Alterações morfológicas decorrentes da expansão urbana no setor leste da cidade de Rio Claro (SP): Subsídios ao planejamento urbano. **Dissertação**. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2015. 178p.

MINISTÉRIO DO TURISMO. **Geoparques: contexto, origem e perspectivas no Brasil**. Documento Técnico. Produto 1. UNESCO. 2021. Disponível em < <https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manual-de-desenvolvimento-de-projetos-turisticos-de-geoparques/DocumentoTcnico1SEMLOGOMTUR.pdf>> Acesso em 23 ago. 2024.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. 1st ed. rev. and enl. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014, 157 p. ISBN 978-85-7798-213-4. SciELO Books. Disponível em <<http://books.scielo.org>> Acesso em 23 ago. 2024.

MOREIRA, J. C.; NASCIMENTO, M.; MANSUR, K. L. **Bases conceituais para entender Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo**. Artigo. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Revista Equador. Programa de Pós - Graduação em geografia da Universidade Federal do Piauí. Vol. 04, nº3, ano 2015.

MUNHOZ, E. A. P., LOBO, H. A. S. Proteção e conservação da geodiversidade da legislação brasileira. **Geonomos**, 26(1), 21-30, 2018.

NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, C.; BORBA, A.; SELL, J. **Aspirantes e Projetos de Geoparques no Brasil em 2020**. Relatório Técnico. Comissão de Geoparques da Sociedade Brasileira de Geologia. Natal. 2021. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/354386472_Relatorio_Tecnico_-_Aspirantes_e_Projetos_de_Geoparques_no_Brasil_2020> Acesso em 26 ago. 2024.

OLIVA, A. Estudo hidrofaciológico do aquífero Rio Claro no município de Rio Claro. **Tese de doutorado**. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2006.

OLIVEIRA, J. C. C. **Roteiro para criação de unidades de conservação municipais**. Brasília, DF : Ministério do Meio Ambiente, 2010. 68p. : il. ; 26 cm. 2012.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Sem data. Disponível em <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> acesso em 12 de agosto de 2024.

PENTEADO - ORELLANA, M. M. Estudo Geomorfológico do Sítio Urbano de Rio Claro (SP). Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, 21 (42): 23 - 56, dez., 1981.

PEREIRA, R.F.; BRILHA, J.; MARTINEZ, J.E. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação brasileira. **Memórias e Notícias**, n. 3 (Nova Série). Publ. do Dep. Ciên. Terra e do Mus. Mineral. Geol., Univ. Coimbra. 2008.

PERINOTTO, J. A. J.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; ZAINÉ, J. E.; SAAD, A. R. Nova contribuição ao conhecimento da Formação Rio Claro (T) na folha Rio Claro (SP). São Paulo, UNESP. **Geociências**, v. 25, n. 3, p. 297-306, 2006.

PERINOTTO, J. A. J.. História Geológica de Rio Claro (SP) e Região. In: Antonio Carlos Sarti; Lluís Mundet i Cerdan. (Org.). Turismo e Arqueologia: Múltiplos Olhares. 1ed. Piracicaba (SP): **Equilíbrio Editora**, v. 1, p. 187-213. 2009.

PONCIANO, L. C. M. M.; CASTRO, A. R. S. F.; MACHADO, D. M. C.; FONSECA, V. M. M.; KUNZLER, J. **Patrimônio geológico-paleontológico *in situ* e *ex situ*: definições, vantagens, desvantagens e estratégias de conservação**. In: CARVALHO, I. S.; SRIVASTAVA, N. K.; STROHSCHOEN JR, O.; LANA, C. C. Paleontologia: cenários de vida, v. 4, 1. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

RIO CLARO. **Lei nº 3.806 de 28 de dezembro de 2007**. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do Município de Rio Claro. Publicada na Prefeitura Municipal de Rio Claro em 28 de dezembro de 2007. Disponível em <https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/historico_pd.php> Acesso em 06 mai. 2024.

RIO CLARO. **Lei Complementar nº 128 de 07 de dezembro de 2017**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro. Publicada na Prefeitura Municipal de Rio Claro em 07 de dezembro de 2017. Disponível em: <<https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/>> Acesso em 06 mai. 2024.

RIO CLARO. **Lei Complementar nº 204 de 10 de julho de 2024.** Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro. Disponível em <<https://www2.rioclaro.sp.gov.br/pd/>> Acesso em 16 ago. 2024.

ROSADO-GONZÁLEZ, E. M.; PALACIO-PRIETO, J. L.; SÁ, A. A. Geotourism in Latin America and Caribbean UNESCO Global Geoparks: Contribution for Sustainable Development Goals, Technological Progress, Inequality and Entrepreneurship, *Studies on Entrepreneurship, Structural Change and Industrial Dynamics*, **Springer Nature Switzerland AG**, V. Ratten (ed.), 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26245-7_7 Acesso em 06 mai. 2024.

SÃO PAULO. **Lei Estadual 7.438 de 16 de julho de 1991.** Declara Área de Proteção Ambiental - APA, regiões que especifica, dando providências correlatas. Disponível em <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7438-16.07.1991.html>> Acesso em 23 ago. 2024

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Roteiro Metodológico para Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo.** 4ª edição. São Paulo. Novembro de 2022. Disponível em <[roteiro_2022.pdf \(windows.net\)](#)> Acesso em 06 mai. 2024.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Manual de Construção e Manutenção de Trilhas.** 2009. Traduzido e adaptado de HESSELBARTH, W. Trail Construction and Maintenance Notebook. United States Department of Agriculture. Forest Service. 2007.

SCHOBENHAUS, C. **O papel do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques e na conservação do patrimônio geológico.** IN: SCHOBENHAUS, C. Geoparques do Brasil. Propostas. Rio de Janeiro. CPRM. Vol 1. Cap. 2. 2012.

SHARPLES, C. **A methodology for the identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation purposes.** The Forestry Commission. Tasmânia. 1993.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of conservation.** Published electronically on the Tasmanian Parks & Wild life Service website. Versão 3. Setembro. 2002.

SILVA, F. A. V. Proposta de criação de um Parque Municipal no entorno do bairro Mãe Preta em Rio Claro - SP. **Trabalho de Conclusão de Curso.** Geografia. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2014.

TEEB - The Economic of Ecosystems & Biodiversity. **Mainstreaming the Economics of Nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.** 2010. Disponível em <<https://teebweb.org/publications/teeb-for/synthesis/>> Acesso em 07 ago. 2024

TOYAMA, D.; MENEZES, D. B.; MENDONÇA, I. R.; CAPOIA, E. F.; FAGUNDES, J. G. **Parque Urbano e Geoconservação: o caso do Parque do Bicão, São Carlos - São Paulo, Brasil.** Uberlândia, MG: *Sociedade e Natureza*, 30(1), 255-276. jan./abr. 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-11>.

TV CLARET. **Pesquisadores estudam criação de parque municipal.** Notícia. 2023. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Gzrk0ksCemA&t=5s>> Acesso em 04 set. 2024

UNESP. **Projeto Parque Mãe Preta.** Instituto de Biociências. Departamento de Biodiversidade. Ecossistemas Urbanos. Turma de Ecologia de 2019. 4º ano. Rio Claro. 2022.

ZAGO, I.; MAITA, L. T. G.; BAPTISTA, M. V. GUIMARÃES, K. C. **Relatório do Projeto Parque Natural Municipal Mãe Preta.** FAAC. UNESP. Bauru. 2024.

ZAINE, J. E. **Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP).** Dissertação. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 1994. Disponível em < <https://acervo.ead.unesp.br/handle/11449/92931?mode=full>.> Acesso em 23 ago. 2024

ZAINE, M. F.; PERINOTTO, J. A. J. **Patrimônios Naturais e História Geológica da Formação Rio Claro - SP.** Rio Claro: Câmara Municipal de Rio Claro e Arquivo Público Histórico do Município de Rio Claro, 1996. 91 p.

ZAINE, J. E. **Mapeamento Geológico-Geotécnico por meio do método do Detalhamento Progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP).** Tese. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2000. Disponível e, < <https://repositorio.unesp.br/items/8ed1f7ba-5ac1-4168-8267-39ccc553d2b3>>. Acesso em 23 ago. 2024

APÊNDICE I

Voçoroca da Mãe Preta

Roteiro Interpretativo



Maria Vitoria Baptista (Org.)

Foto: Maria V. Baptista



unesp



IPA
INSTITUTO DE
PESQUISAS AMBIENTAIS

Voçoroca da Mãe Preta

Roteiro Interpretativo

Maria Vitoria Baptista (Org.)



APRESENTAÇÃO

O Projeto Geoparque Corumbataí é uma iniciativa de desenvolvimento regional dos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do rio Corumbataí, interior do estado de São Paulo. Tem como foco as ações de Geoconservação, Geoturismo e Geoeducação, alinhadas ao Programa Geoparques Mundiais da UNESCO. Fazem parte os municípios de Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Itirapina, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes.

O território do Geoparque conta com um rico patrimônio natural que vem sendo estudado pela equipe desde 2016 por meio da identificação e avaliação de geossítios. Em 2019, foi lançada a primeira versão do inventário, com a identificação de mais de 170 geossítios de interesses científico, turístico e educativo, o qual segue em constante atualização (KOLYA, 2019).

A Voçoroca da Mãe Preta é um dos geossítios que integra o roteiro de atividades do Geoparque Corumbataí e desperta interesses socioambientais, pedagógicos e científicos.

É com o objetivo de valorizar e divulgar o potencial educativo da Voçoroca da Mãe Preta, que se apresenta este Roteiro Interpretativo. A sua produção é fruto de longos anos de trabalho da equipe do projeto geoparque Corumbataí e parceiros, materializado na pesquisa intitulada *“Estratégias de Geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta em Rio Claro (SP)”* (BAPTISTA, 2024).

Neste roteiro, profissionais de ensino formal e não formal que tenham interesse em realizar atividades de campo na Voçoroca da Mãe Preta encontram subsídios para guiá-los no desenvolvimento de atividades de interpretação da paisagem de forma interdisciplinar.

PATRIMÔNIOS NATURAIS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

SERRA DO CUSCUZEIRO

ORG. MARISELMA F. ZAINÉ
ILUST. RAQUEL ROLIM
VETOR. A. KOLYA

ANALÂNDIA

CORUMBATAÍ

SERRA DOS PADRES

ITIRAPINA

RIO CABEÇA

RIO PASSA-CINCO

CACHOEIRA DO SALTÃO

GRUTA DO FAZENDÃO

SERRA DE ITAQUERI

IPEUNA

CHARQUEADA

RIO CLARO

SANTA GERTRUDES

CORDEIRÓPOLIS

PIRACICABA

RIO PIRACICABA

PROJETO
GEOPARQUE
CORUMBATAÍ



ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL

LEGENDA



SÍTIO ARQUEOLÓGICO



CONCHAS FÓSSEIS
(FORMAÇÃO CORUMBATAÍ)



RÉPTEIS FÓSSEIS
(FORMAÇÃO IRATÍ)



PEDREIRA DE CALCÁRIO
(FORMAÇÃO IRATÍ)

0 2,5 5 7,5 10 KM





OS 5 G'S DA GEOCONSERVAÇÃO

GEODIVERSIDADE

Compreende os elementos e processos abióticos da diversidade natural da Terra, incluindo minerais, rochas, solos, relevos e suas paisagens. A geodiversidade pode ter valores intrínsecos, culturais, estéticos, econômicos, funcionais e científicos (GRAY, 2004).

GEOSSÍTIOS

São áreas de ocorrência dos elementos da geodiversidade com relevância científica, turística ou educativa (Brilha, 2005).

GEOPATRIMÔNIO

É o conjunto de geossítios de determinado local. É onde são focadas as estratégias de geoconservação (Brilha, 2005).

GEOCONSERVAÇÃO

Se trata de um ramo das geociências com foco no desenvolvimento de estratégias de gestão e conservação do geopatrimônio e processos naturais associados (SHARPLES, 2002). Atua como um conceito guarda-chuva na gestão do patrimônio natural em sua totalidade.

GEOTURISMO

A base do geoturismo é a geodiversidade. A partir disso, pode estar associado a diversos outros segmentos do turismo: aventura, ecológico, cultural, religioso, megaeventos e outros.

GEOPARQUES

Áreas geográficas únicas e unificadas, onde os locais e as paisagens de significado internacional são gerenciados com um conceito holístico de proteção, conservação e desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2021). O Programa Geoparques Mundiais da UNESCO (2004) tem sido o maior difusor da geoconservação no mundo. No Brasil, atualmente, existem 6 Geoparques Mundiais.

VISITAS EM ÁREAS NATURAIS

As visitas em áreas naturais tem se tornado cada vez mais frequentes nas propostas de ensino. Com o apoio de materiais interpretativos, se mostram uma prática complementar ao processo de ensino-aprendizagem no âmbito da educação formal e não formal.

O caminhar desperta, no corpo e no pensamento, o instinto curioso sobre o que se vê. É no momento presente da dúvida, da curiosidade, da satisfação e do encantamento onde o “querer saber” se intensifica. A paisagem condiciona o corpo a uma série de experiências físicas, emocionais e psicológicas que nos permite sentir, mais do que compreender, a dinâmica do ambiente.

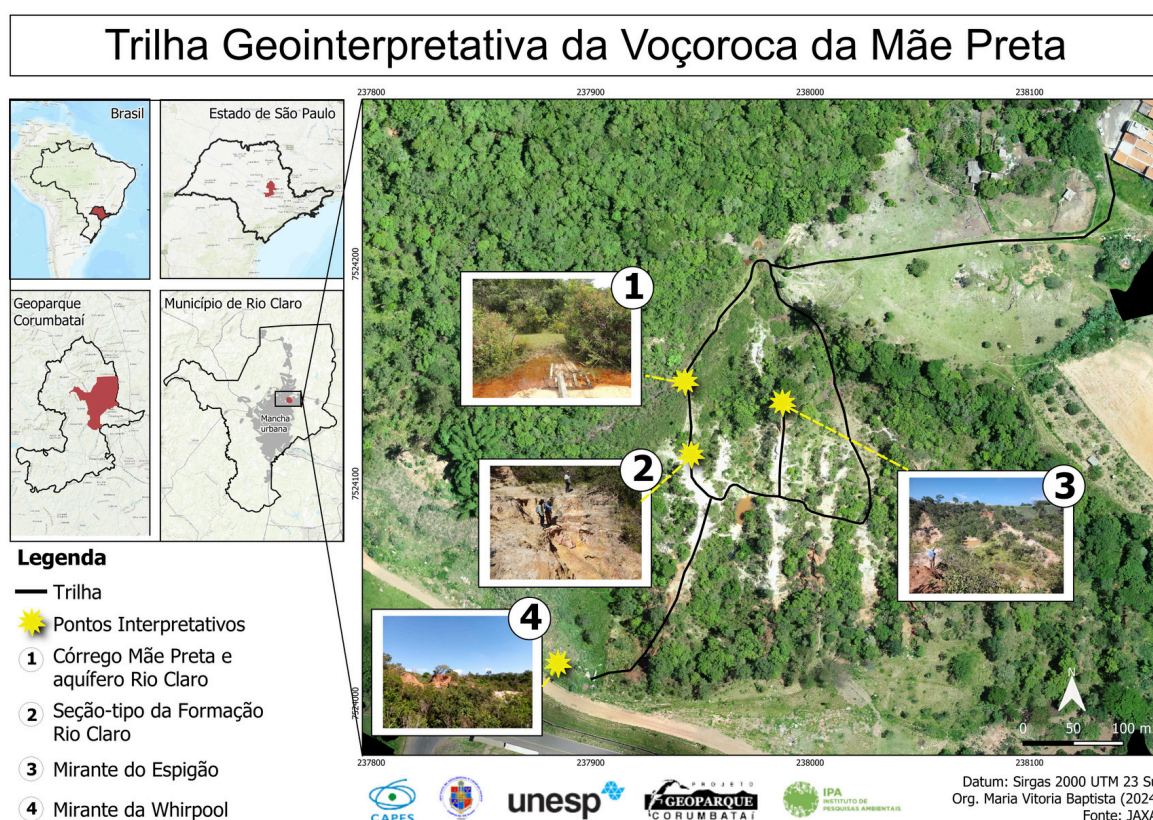
Trilhas e roteiros interpretativos têm a função básica de guiar os participantes para uma experiência imersiva no ambiente, traduzindo ou explicando os fenômenos que podem ser observados.

Etapas de uma visita educativa

- 
- ✓ **Antes (Preparação):** Reconhecimento prévio da área de estudo; definição do roteiro, apresentação de conteúdos que serão abordados e orientações sobre a atividade aos participantes;
 - ✓ **Durante (Na prática):** Uso de materiais interpretativos (roteiros, guias, equipamentos) e, quando possível, aplicação de dinâmicas em grupo;
 - ✓ **Depois (Finalização):** Aplicação de exercícios a partir da atividade.. Reflexões e percepções sobre a vivência são práticas importantes para a sedimentação dos conteúdos.

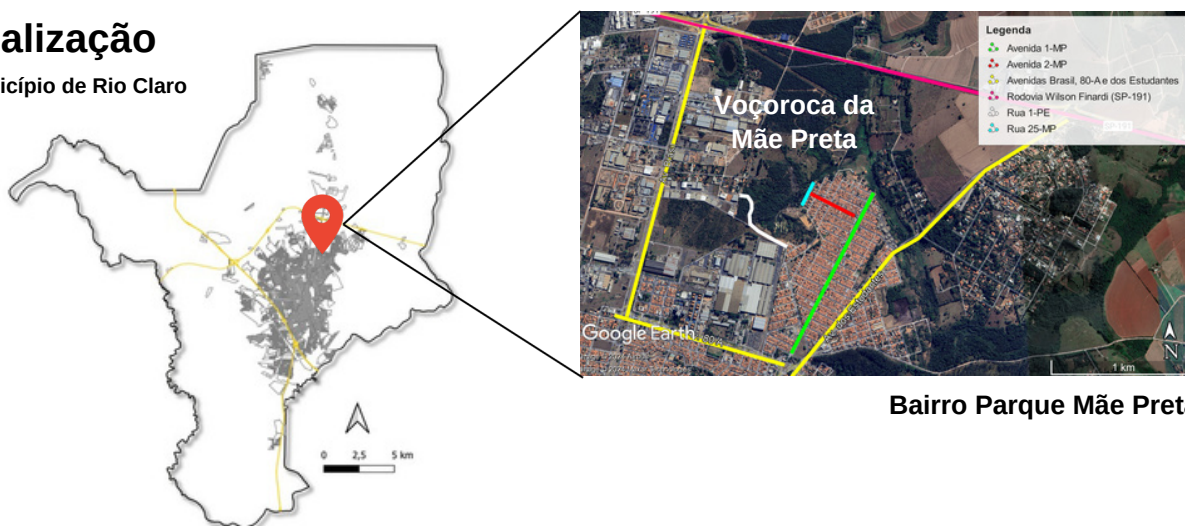
ROTEIRO

O roteiro de visita à Voçoroca da Mãe Preta percorre uma trilha de 500 metros de extensão com quatro pontos de parada. O tempo estimado para o percurso completo é de 1 hora, que será detalhado a seguir.



Localização

Município de Rio Claro



BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

Uma voçoroca é o estágio mais avançado de um processo erosivo. O termo é de origem Tupi e significa “Terra Rasgada.” Observando a paisagem, é fácil compreender a referência (figura 1).

A Voçoroca da Mãe Preta já atinge 30 metros de profundidade e no local se destacam elementos naturais como solos arenosos, formações rochosas, nascentes do córrego Mãe Preta, áreas de recarga do Aquífero Rio Claro e a vegetação de Cerrado.

Figura 1. Vista inferior da Voçoroca da Mãe Preta. Observar o vale formado pela erosão.



Fonte: Maria V. Baptista

O nome “Mãe Preta” (mesmo do bairro onde se localiza) está associado à antiga Cervejaria Mãe Preta, uma das primeiras indústrias de Rio Claro e que induziu a ocupação urbana da região do bairro, loteado por volta de 1980.

CORREGO MÃE PRETA E AQUÍFERO RIO CLARO

Tema

Hidrografia e Hidrogeologia

O córrego Mãe Preta delimita o início do percurso (figura 2). Nasce na Voçoroca da Mãe Preta e depois percorre cerca de 800 metros até desaguar no córrego Cachoeirinha, afluente do Ribeirão Claro, um dos principais cursos d'água do município de Rio Claro e responsável por 40% do abastecimento público (figura 2).

Ao longo do córrego, no interior da voçoroca, se desenvolve uma vegetação de Campo Úmido típico de áreas de Cerrado. Esse tipo de vegetação e as águas cristalinas provenientes das nascentes são resultado do tipo de solo e da Formação Geológica que ocorre no local.

A geologia local é marcada pela ocorrência de camadas intercaladas de rochas arenosas e argilosas (ver ponto 2) que funcionam como uma “esponja” capaz de absorver, armazenar e liberar lentamente as águas que abastecem córregos da região. Essa reserva de água subterrânea é denominada “Aquífero Rio Claro.”

Por ser um aquífero pouco profundo e sem barreiras naturais, é mais susceptível à entrada de contaminantes por infiltração no solo, o que torna bastante vulnerável. A Voçoroca da Mãe Preta contribui para a sua recarga.

Figura 2. Ponto interpretativo 1- córrego Mãe Preta.



SEÇÃO COLUNAR DA FORMAÇÃO RIO CLARO

Tema

Geologia, Paleontologia e Tempo Geológico

No segundo ponto do roteiro, tem-se a seção colunar da Formação Rio Claro (figura 3), um depósito sedimentar da era cenozoica (ver anexo 1) que ocorre majoritariamente no município de Rio Claro.

É composta por uma intercalação de arenitos com grãos de tamanho variados, amarelo-avermelhados, friáveis e níveis pouco espessos de argilitos (ver anexo 2).

Figura 3. Ponto interpretativo 2- seção colunar da Formação Rio Claro.



Fonte: André kolya

Os sedimentos da Formação Rio Claro foram depositados a partir da dinâmica das águas superficiais de rios sinuosos ao longo dos quais era comum a formação de lagos naturais (meandros). Na seção colunar, estão presentes elementos que revelam a história geológica dessa Formação (ZAINE, 1994).

Estratificação cruzada

As estratificações cruzadas são as marcas deixadas pelas correntes fluviais (figura 5-). Como os arenitos da Formação Rio Claro são mal friáveis e mal consolidados, esses registros desaparecem com facilidade.

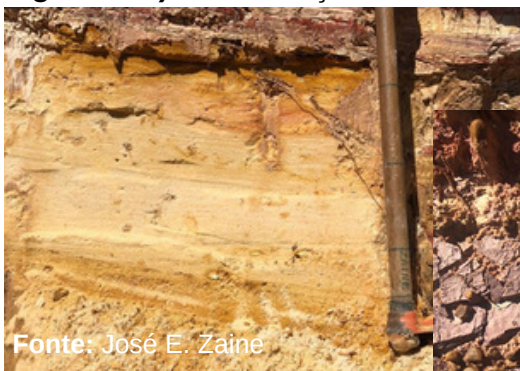
Variação granulométrica

A variedade no tamanho dos grãos (areias, argilas, seixos e conglomerados) são reflexo da variação de energia de transporte dos sedimentos, ou seja, do volume e da velocidade do fluxo das águas superficiais. Grãos maiores precisam de mais energia para transporte (ocorrência de eventos chuvosos), enquanto os menores (silte e argila) são decantados em águas lentas (figura 5-b).

Fósseis de vegetais

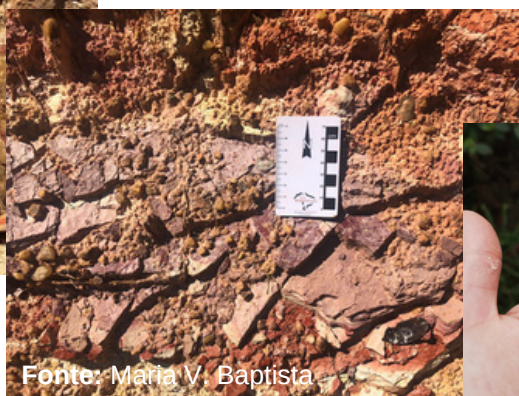
O tipo de vegetação é um bom indicador das condições climáticas pretéritas. Os fósseis da Formação Rio Claro são representantes, em sua maioria, de vegetação aquática e algumas espécies de algas que se desenvolviam em águas paradas, geralmente associadas aos meandros abandonados dos canais fluviais (figura 5-c).

Figura 5. a) Estratificação cruzada



Fonte: José E. Zaine

b) Variação granulométrica



Fonte: Maria V. Baptista

c) Fragmento de fóssil vegetal



Fonte: Maria V. Baptista

MIRANTE DO ESPIGÃO

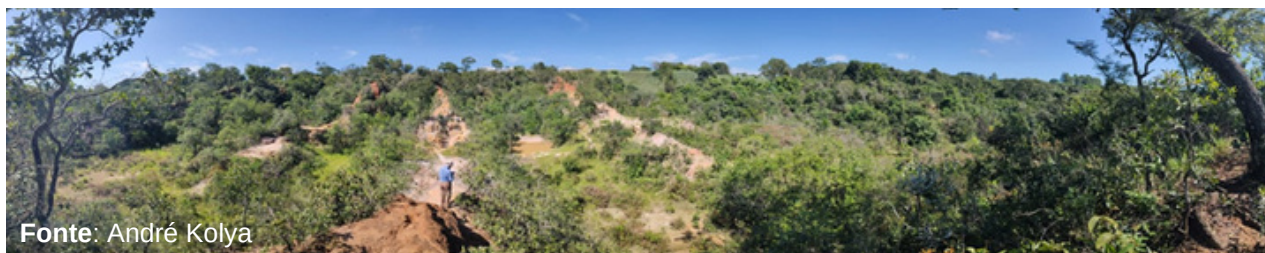
Tema

Geomorfologia e Fitofisionomias do Cerrado

No interior da voçoroca existem cristas (ou espigões) remanescentes função da ocorrência de solos mais resistentes à erosão laminar. O Mirante do Espigão se trata de uma dessas formações e dele é possível ter uma vista panorâmica do local e perceber a dinâmica do processo de erosão pelo escoamento superficial e das diferentes fisionomias vegetais que se desenvolvem no local (figuras 5 e 6).

A vegetação em regeneração é um indicativo de que a Voçoroca da Mãe Preta está bastante estável atualmente, com baixas taxa de erosão.

Figura 5. Ponto interpretativo 3 - vista panorâmica do Mirante do Espigão.



Fonte: André Kolya



Fonte: André Kolya

Ao longo dos cursos d'água e nas planícies de sedimentação, predomina o Campo Úmido, com ocorrência de espécies herbáceas e arbustivas, com manchas de espécies exóticas. Nas encostas ao sul, há espécies típicas de Cerrado *Stricto sensu* em regeneração. A oeste e norte, o adensamento florestal forma áreas de Cerradão, enquanto na encosta leste tem-se uma mata galeria típica da Floresta Estadual Semidecidual (FES).

Figura 6. Fitofisionomias de Cerrado na Voçoroca da Mãe Preta.

a) Campo úmido



b) Cerrado *Stricto sensu*



c) Cerradão



d) Mata galeria



MIRANTE DA WHIRLPOOL

Tema

Histórico da Voçoroca da Mãe Preta

O Mirante da Whirlpool fica ao fundo da empresa de nome homônimo, na parte superior da voçoroca. Neste ponto, é possível ter uma visão ampla da Voçoroca da Mãe Preta e seu entorno, que corresponde à microbacia do córrego Mãe Preta. Que tal aproveitar para resgatar o histórico dessa região?

O nome Mãe Preta é oriundo da antiga Cervejaria Mãe Preta, que ficava instalada às margens do córrego Cahoeirinha (onde deságua o córrego Mãe Preta). A cervejaria Mãe Preta foi a principal responsável pela expansão da ocupação urbana nessa região. Na época, era produzido o refrigerante Cerejinha e a cerveja escura Mãe Preta. As estruturas da cervejaria foram demolidas por volta dos anos 2000.

A Voçoroca é uma feição bem antiga e, na década de 1960, além dela existiam outros processos erosivos na bacia, como a Voçoroca Granja Rosada. A ocorrência dos processos erosivos na região está associado à remoção da cobertura vegetal para áreas de pastagem. A Formação Rio Claro é muito frágil e o aumento do impacto das águas de escoamento superficial sobre os solos desprotegidos, os processos erosivos são intensificados.



XLIV SEMANA DE ESTUDOS GEOLÓGICOS
DO ESTADO DE SÃO PAULO

PATROCÍNIO

Votorantim **UNIPER**
MATERIAIS

CEBRALCO

JUNDU

150

ABRIL

DPM

SPetro

LAGAR

DOT

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. V. Estratégias de geoconservação da Voçoroca da Mãe Preta, geossítio do Projeto Geoparque Corumbataí, Rio Claro (SP). Dissertação. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2024.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Department of Geography. Queen Mary, University of London. John Wiley & Sons, Ltd. 2004.

KOLYA, A. A. Inventário, quantificação e valorização do Geopatrimônio na bacia do rio Corumbataí (SP): subsídios ao projeto Geoparque Corumbataí. Dissertação. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2019. 134 p.

SHARPLES, C. Concepts and principles of conservation. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wild life Service website. Versão 3. Setembro. 2002.

UNESCO. Ministério do Turismo. Geoparques: contexto, origem e perspectivas no Brasil. Documento técnico. Produto 01. Projeto 914BRZ4024. 2021

ZAINE, J. E. Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP). Dissertação. UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 1994.

Links de apoio

Plataforma Geossit (SGB) - Inventário do Patrimônio Geológico do Brasil

SGBeduca - conteúdos para divulgação e popularização das geociências

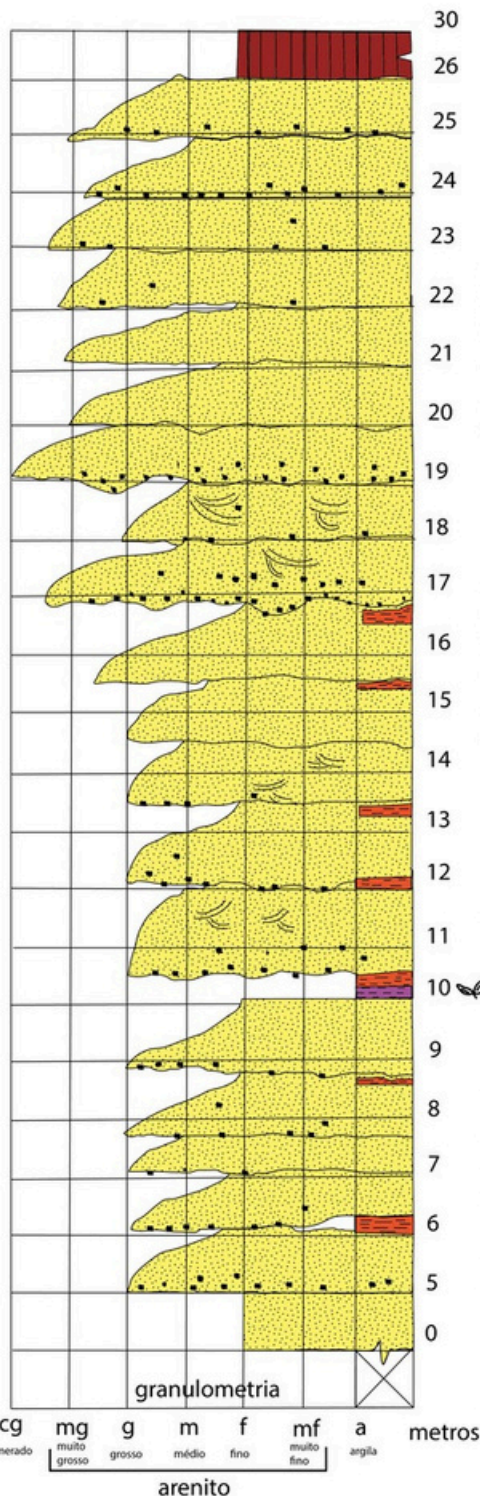
Geociências e Geoparques Mundiais no Brasil - UNESCO

TABELA DO TEMPO GEOLÓGICO

UNIDADE DA ESCALA DO TEMPO GEOLÓGICO				PRINCIPAIS ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA VIDA	
ÉON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA		
FANEROZOICO	CENOZOICO	QUATERNÁRIO	HOLOCENO	0,01	DESENVOLVIMENTO DO HOMEM
			PLEISTOCENO	1,6	
		TERCIÁRIO	PLIOCENO	5,3	IDADE DOS MAMÍFEROS
			MIOCENO	24	
			OLIGOCENO	36	
			EOCENO	57	
			PALEOCENO	65	EXTINÇÃO DOS DINOSSAUROS E DE OUTRAS ESPÉCIES
			MESOZOICO	CRETÁCEO	144
		JURÁSSICO		208	PRIMEIROS PÁSSAROS E MAMÍFEROS
		TRIÁSSICO		245	DOMÍNIO DOS DINOSSAUROS
	PALEOZOICO	PERMIANO		286	EXTINÇÃO DE TRILOBITAS E DE MUITOS OUTROS ANIMAIS MARINHOS
		CARBONÍFERO		360	PRIMEIROS RÉPTEIS
		DEVONIANO	408	GRANDES RESERVAS DE CARVÃO	
		SILURIANO	438	ABUNDÂNCIA DE ANFÍBIOS	
		ORDOVICIANO	505	PRIMEIROS INSETOS	
		CAMBRIANO	545	DOMÍNIO DOS PEIXES	
		PROTEROZOICO	PRÉ-CAMBRIANO	PRIMEIROS PEIXES	
				DOMÍNIO DOS TRILOBITAS	
	ARQUEANO		PRIMEIROS ORGANISMOS COM CONCHAS		
		PRIMEIROS ORGANISMOS MULTICELULARES			
	HADEANO	PRIMEIROS MICRÓBIOS UNICELULARES. IDADE DAS ROCHAS MAIS ANTIGAS			
ORIGEM DA TERRA					

IDADES EM ILHÕES DE ANOS. FONTE: MUSEU DE GEOCIÊNCIAS - IGC/USP E GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA

SEÇÃO COLUNAR DA FORMAÇÃO RIO CLARO - VOÇOROCA DA MÃE PRETA



(26 a 30m) - Ao final da seção, solo avermelhado arenoso (latossolo vermelho-amarelado) com 4 a 6m de espessura. Linha de seixos próximo da porção basal.



(19 a 26m) - Ciclos de granodecrescência ascendente de arenito grosso/muito grosso e fino/muito fino. O primeiro ciclo tem na base cerca de 30cm de conglomerado clasto-suportado mal selecionado. Linhas de seixos e níveis com clastos de argilito ao longo da sequência.



(10,40 a 19m) - Arenito creme-esbranquiçado, amarelado em ciclos centimétricos e decimétricos de granodecrescência ascendente de grosso a fino/muito fino, friáveis, com níveis ricos em grânulos e seixos mal selecionados, com estratificação cruzada, aparentemente acanalada. No topo dos ciclos, níveis lamíticos e argilosos centimétricos de coloração cinza-avermelhada.



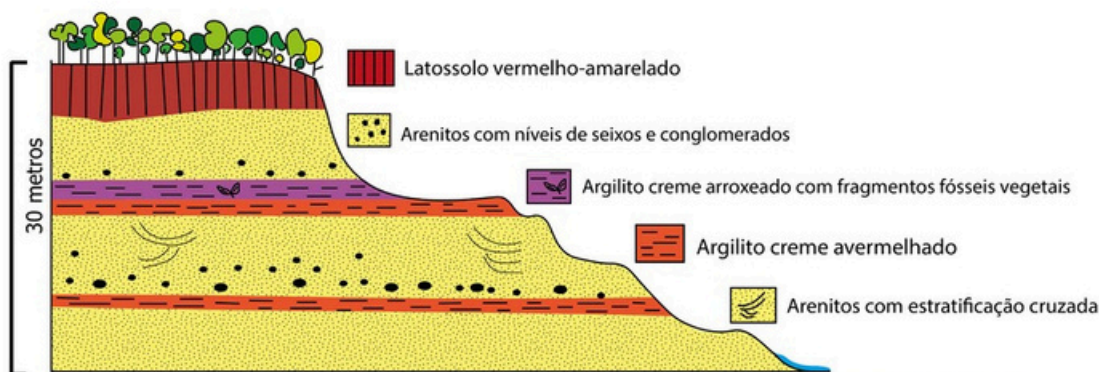
(9,90 a 10,40m) - Argilito creme-avermelhado, pintalgado de branco, com laminação incipiente e maciço, pouco micáceo, físsil quando seco. Fragmentos diversos de caules e folhas fósseis de coloração marrom.



(0 a 9,90m) - Arenito creme-esbranquiçado, com tons róseos e amarelados. Níveis decimétricos de arenitos finos, alguns bem selecionados. Sequência de ciclos decimétricos de granodecrescência, iniciando com arenitos grossos, mal selecionados que gradam a finos/muito finos. Delgadas intercalações (até 5cm) de arenitos muito finos/finos argilosos e argilitos de cor cinza variegados no topo dos ciclos. Níveis centimétricos de arenito muito grosso, amarelado e com estratificação cruzada.



Nível do córrego - início da seção. Trecho encoberto, assoreado.



Baptista; Perinotto (2023). Adaptado de Zaine (1994).