

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

ANDRÉ DE ANDRADE KOLYA

INVENTÁRIO, QUANTIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO  
GEOPATRIMÔNIO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ (SP):  
SUBSÍDIOS AO PROJETO GEOPARQUE CORUMBATAÍ

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Rio Claro  
2019

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

ANDRÉ DE ANDRADE KOLYA

INVENTÁRIO, QUANTIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO  
GEOPATRIMÔNIO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ (SP):  
SUBSÍDIOS AO 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 Eduardo Zaine

Rio Claro - SP  
2019

K81i Kolya, André de Andrade  
Inventário, Quantificação e Valorização do  
Geopatrimônio na Bacia do Rio Corumbataí  
(SP) : Subsídios ao Projeto Geoparque Corumbataí /  
André de Andrade Kolya. -- Rio Claro, 2019  
134 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual  
Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências  
Exatas, Rio Claro  
Orientador: José Eduardo Zaine

1. Geociências. 2. Geodiversidade. 3.  
Geopatrimônio. 4. Geoconservação. 5. Geoparque. I.  
Título.

ANDRÉ DE ANDRADE KOLYA

INVENTARIAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO  
GEOPATRIMÔNIO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ (SP):  
SUBSÍDIOS AO 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 Zaine  
IGCE / Unesp / Rio Claro (SP)

Profa. Dra. Maria da Glória Motta Garcia  
IGc / USP / São Paulo (SP)

Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães  
UEPG / Ponta Grossa (PR)

Conceito: Aprovado

Rio Claro/SP, 11 de abril de 2019

A todas as pessoas que amam a natureza e se dedicam à conservação do patrimônio natural e à popularização das ciências.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, meus familiares, em especial meus pais, Mirna e Elek, sem os quais nada seria possível. Agradeço o Prof. Dr. José Eduardo Zaine e a Profa. Dra. Mariselma Ferreira Zaine, pela orientação e, principalmente, pela amizade e pelo incondicional apoio em todos os momentos desta caminhada.

Agradeço a Fabíula Moreno Arantes, pela amizade, carinho, companheirismo, ensinamentos e colaborações, foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Agradeço também meus colegas e todas as pessoas que contribuíram com sugestões, informações ou apoio para a realização este trabalho. Com o risco de esquecer de alguém, cito aqui: Alan de Oliveira, Alcinéia Marcucci, Alexandre Carrille, Aline Camila, Aline Ghilardi, André Luiz Lomba, André Santiago Martins de Andrade, Andrea Parra, Antônio Lima, Bruna Santos, Bruno Jamelli, Caio Saad, Caiubi Kuhn, Camilla Carbinatti, Carla Furlan, Carlos Aguiar, Cesar Augusto Moreira, Chall Alves, Cibele Montibeller, Cintia Fernandes Stumpf, Clayton Palomares, Cristiano Aparecido Colagrai, Daiana Marques Costa, Daniel Lins, Daniel Zaine Borgo, Domingos Carlos Casagrande, Eduardo Bergo, Eduardo Mancuso, Eduardo Santini, Evaldo Ragogna, Fabiana Souza Ferreira, Fabiano de Lima, Fabio Reis, Fernanda Bertuluci, Fernando Ometto, Flávio Forti Stenico, Flávio Rodrigues, Francisco Lahóz, Frederic Pouget, Gabi Fabio Ammore, Gabriel Leite, Gabriella Diaz, Geraldo Pires Panucci, Jefferson Lobo, Joaquina Sánchez, José Alexandre Perinotto, José Antônio de Campos, Jovenil Ferreira Souza, Julia Zenero, Juliana Cristina Scotton, Kaique Medeiros, Katia Mansur, Leonardo Habermann, Leonardo Lessi, Leonardo Rodrigues, Lilia Maria Dietrich Bertini, Lucas Calore, Lucas Inglez, Lucian Beraldo, Luciana Cordeiro de Souza Fernandes, Luciano Urbancic, Luis Alberto Olivieri, Luis Augusto Ortolan, Luiz Letizio, Marcela Aragão, Marcelo Braga, Marcelo Cavalcante, Márcia Regina Tavolari do Amaral, Marcos Nascimento, Maria da Glória Motta Garcia, Mariana Moretti, Marina Ciccolin, Mayara Lima, Nathalie Gallo, Oldair Calchi, Patricia Guimarães, Paulina Setti Riedel, Paulo Koko, Rebeca Meyer, Regiane Fumes, Regina Neumann, Ricardo Coelho, Ricardo Luís Gama, Robson Zampaulo, Rodrigo Irineu Cerri, Rosangela Vascello, Rosemarie Rohn Davies, Rubens Hardt, Silvia Real, Sueli do Vale, Rodrigo Genja Chinaglia, Thaynara Zaia, Thais Siqueira Canesin, Thomas Pessotto Bremer, Valkiria Callovi, Vanderlei Farias, Victor Gamallo, Victor Zanetti, Vinicius Veloso, Wilian Matos

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



Ipeúna. Pintura acrílica. Marcelo Romani Borges de Araújo, 2018.

## RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, situada no centro-leste do estado de São Paulo é uma região de notável geodiversidade. Inserida junto às maiores aglomerações urbanas e polos de crescimento socioeconômico do país, a bacia configura um território prioritário ao desenvolvimento de estratégias de uso e ocupação sustentáveis. Neste contexto, destacam-se as iniciativas de geoconservação, como as apoiadas pelo Projeto Geoparque Corumbataí, cujo objetivo é reunir poder público, privado e comunidade em prol de ações de conservação, proteção, valorização, monitoramento e divulgação do geopatrimônio. Para tanto, é necessário que o projeto conte com um sólido levantamento dos sítios de interesse geológico e suas potencialidades. Diante deste panorama, o presente trabalho teve o objetivo de contribuir para a adoção de estratégias de geoconservação, em apoio aos projetos de desenvolvimento sustentável na área de estudo. Os métodos envolveram levantamento da geodiversidade, inventariação e quantificação do geopatrimônio na região da bacia hidrográfica definindo-se potencialidades e prioridades de uso e proteção do geopatrimônio. Como resultado, foram identificados e catalogados 170 sítios de interesse geológico, sendo 76 geossítios (25 de relevância internacional e 51, nacional) e 94 sítios da geodiversidade (36 de relevância nacional, 44 relevância regional e 14, local). Do total de sítios inventariados, 76 são indicados ao uso prioritário científico, 69 ao uso prioritário educativo e 25 ao uso prioritário turístico. Quanto às ações de proteção, foram sugeridas ações imediatas em 6 sítios, ações prioritárias em 45, ações programadas em 33 e ações de acompanhamento em 86. Por fim, foram selecionados alguns sítios-chave para o Projeto Geoparque Corumbataí e elaboradas propostas de materiais interpretativos, incluindo roteiro de excursão, painel, mapas e vídeo. Espera-se que o presente estudo colabora para as estratégias de geoconservação na região da Bacia do Corumbataí, fornecendo subsídios para a proteção física e jurídica do geopatrimônio, para ações de valorização e para atividades de pesquisa, educação e turismo.

**Palavras-chave:** Geodiversidade. Geoconservação. Geopatrimônio. Bacia do Rio Corumbataí. Bacia do Paraná.

## ABSTRACT

The Corumbataí River Basin, located in the center-east of the state of São Paulo, is a region of notable geodiversity. Inserted in one of the largest urban agglomerations and socioeconomic growth areas in the country, the basin constitutes a priority territory for the development of strategies for sustainable use and occupation. Currently, there are important geoconservation initiatives being developed in this area, such as the Corumbataí Geopark Project, whose objective is to bring together local communities and public and private institutions in favor of the conservation, protection, valorization, monitoring, and promotion of the geoheritage. It is necessary for the project to be based on a solid survey of the sites of geological interest and their potentialities. Therefore, the present work aims to contribute to the adoption of geoconservation strategies, in support of sustainable development projects in the area of study. The methods involved surveying the geodiversity and the inventory and quantitative assessment of the geoheritage sites, defining potentialities and priorities of use and protection of the geoheritage. As a result, 170 sites of geological interest were identified and cataloged, 76 geosites (25 of international relevance and 51 of national) and 94 geodiversity sites (36 of national relevance, 44 of regional relevance and 14 of local). From the 170 sites, 76 are indicated for primary scientific use, 69 for primary educational use, and 25 for primary touristic use. As for the protection actions, immediate actions were suggested in 6 sites, priority actions in 45, programmed actions in 33 and follow-up actions in 86. Finally, key sites for the Corumbataí Geoparque Project were selected and proposals for interpretive materials were elaborated, including a field trip guide, a panel, maps, and a video. The results are expected to support geoconservation at the Corumbataí Basin, providing subventions for the physical and legal protection of geoheritage, valorization actions and for research, education and tourism activities.

**Keywords:** Geodiversity. Geoconservation. Geoheritage. Corumbataí River Basin. Paraná Basin.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí no estado de São Paulo.....	15
<b>Figura 2</b> - Fluxograma de relação entre os conceitos em geoconservação.....	17
<b>Figura 3</b> - Mapa de geoparques oficiais da rede da <i>Global Geoparques Network</i> .....	21
<b>Figura 4</b> - Mapa de propostas de geoparques reconhecidas pela CPRM até 2018.....	22
<b>Figura 5</b> - Fluxograma de métodos e etapas do trabalho.....	24
<b>Figura 6</b> - Diagrama de frequência de palavras-chave nas obras consultadas.....	26
<b>Figura 7</b> - Mapa de caminhamentos de campo do estudo, incluindo as principais rodovias e estradas rurais da região da Bacia do Corumbataí.....	27
<b>Figura 8</b> - Fluxograma de critérios para classificação do tipo e abrangência da relevância dos sítios de interesse geológico.....	34
<b>Figura 9</b> - Fluxograma de critérios para classificação do uso prioritário.....	35
<b>Figura 10</b> - Mapa de localização da Bacia do Rio Corumbataí.....	38
<b>Figura 11</b> - Mapa simplificado das províncias geomorfológicas do estado de São Paulo, indicando a localização da Bacia do Corumbataí.....	40
<b>Figura 12</b> - Seção esquemática do estado de São Paulo, com destaque para a região da Bacia do Corumbataí.....	40
<b>Figura 13</b> - Turistas observam o relevo característico da transição entre as províncias geomorfológicas Depressão Periférica e Cuestas Basálticas.....	41
<b>Figura 14</b> - Relevo característico da região de Cuestas Basálticas.....	41
<b>Figura 15</b> - Esquemas das superfícies e níveis de erosão na Bacia do Corumbataí.....	42
<b>Figura 16</b> - Vista do geossítio “Mirante da Serra do Fazendão”, na Serra de Itaqueri.....	43
<b>Figura 17</b> - Alunos a vista a partir de mirante na Serra de Santana.....	43
<b>Figura 18</b> - Mapa planialtimétrico da Bacia do Rio Corumbataí.....	44
<b>Figura 19</b> - Localização da Bacia do Rio Corumbataí no estado de São Paulo.....	45
<b>Figura 20</b> - Mapa das sub-bacias da Bacia do Rio Corumbataí.....	45
<b>Figura 21</b> - Seção topográfica do Rio Corumbataí.....	46
<b>Figura 22</b> - Localização da Bacia do Paraná.....	49
<b>Figura 23</b> - Estratigrafia da região da Bacia do Corumbataí.....	49
<b>Figura 24</b> - Mapa geológico da Bacia do Rio Corumbataí.....	50
<b>Figura 25</b> - Seção geológica esquemática da região da Bacia do Corumbataí.....	51

<b>Figura 26</b> - Coluna esquemática da estratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná na região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí.....	52
<b>Figura 27</b> - Mapa de solos da Bacia do Rio Corumbataí.....	54
<b>Figura 28</b> - Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Corumbataí.....	55
<b>Figura 29</b> - Mapa das Unidades de Conservação na região da Bacia do Rio Corumbataí.....	57
<b>Figura 30</b> - Gruta Boca do Sapo, no município de Itirapina, apresenta um dos maiores pórticos de entrada da região.....	60
<b>Figura 31</b> - Pontas de flecha, bifaciais, provenientes do geossítio “Alice Boer”, em Ipeúna.....	60
<b>Figura 32</b> - Pintura rupestre representando um cervídeo no geossítio “Toca do.....	61
<b>Figura 33</b> - Utilização de materiais interpretativos durante excursão geoturística no geossítio “Pedreira Partecal”, município de Rio Claro.....	63
<b>Figura 34</b> - Menu inicial do banco de dados.....	68
<b>Figura 35</b> - Aba “Resumo” da ficha de sítio de interesse geológico.....	69
<b>Figura 36</b> - Aba “Localização/Acesso” da ficha de sítio de interesse geológico.....	70
<b>Figura 37</b> - Aba “Conteúdo” da ficha de sítio de interesse geológico.....	71
<b>Figura 38</b> - Aba “Quantificação Brilha (2016)” da ficha de sítio de interesse geológico.....	72
<b>Figura 39</b> - Lista geral dos sítios de interesse geológico.....	73
<b>Figura 40</b> - Mapa de sítios de interesse geológico da região da Bacia do Corumbataí classificados por tipo de relevância.....	78
<b>Figura 41</b> - Mapa de sítios de interesse geológico, classificados quanto ao uso potencial prioritário.....	84
<b>Figura 42</b> - Mapa de sítios de interesse geológico, de uso potencial prioritariamente científico, classificados quanto à relevância.....	85
<b>Figura 43</b> - Mapa de sítios de interesse geológico, de uso potencial prioritariamente educativo, classificados quanto à relevância.....	86
<b>Figura 44</b> - Mapa de sítios de interesse geológico, de uso potencial prioritariamente turístico, classificados quanto à relevância.....	87
<b>Figura 45</b> - Mapa dos sítios de interesse geológico, classificados quanto ao risco de degradação (RD).....	91
<b>Figura 46</b> - Mapa de sítios de interesse geológico, classificados quanto à prioridade de proteção.....	93
<b>Figura 47</b> - Mapa de sítios de interesse geológico com alto potencial de uso, classificados quanto à relevância.....	98

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Principais demandas consuntivas da água na Bacia do Rio Corumbataí	47
<b>Gráfico 2</b> - Climograma dos municípios que compõem a Bacia do Rio Corumbataí	48
<b>Gráfico 3</b> - Distribuição de sítios de interesse geológico por município	66
<b>Gráfico 4</b> - Distribuição de sítios de interesse geológico classificados por categoria temática	66
<b>Gráfico 5</b> - Distribuição dos sítios de interesse geológico classificados por tipologia	67
<b>Gráfico 6</b> - Distribuição dos sítios de interesse geológico quanto à relevância	74
<b>Gráfico 7</b> - Distribuição dos sítios de interesse geológico classificados por relevância e município	79
<b>Gráfico 8</b> - Distribuição dos sítios de interesse geológico quanto à relevância e à categoria temática	80
<b>Gráfico 9</b> - Diagrama de Venn para valores de VC, PEU e PTU dos sítios de interesse geológico com relevância entre 201 e 300	82
<b>Gráfico 10</b> - Diagrama de Venn para os sítios de interesse geológico com relevância acima de 300	83
<b>Gráfico 11</b> - Sítios de interesse geológico, classificados por risco de degradação e município	88
<b>Gráfico 12</b> - Sítios de interesse geológico, classificados por risco de degradação e categoria temática	89
<b>Gráfico 13</b> - Sítios de interesse geológico, classificados por risco de degradação e relevância	90
<b>Gráfico 14</b> - Sítios de interesse geológico, classificados quanto à prioridade de proteção	94
<b>Gráfico 15</b> - Distribuição dos avaliadores por faixa etária	101
<b>Gráfico 16</b> - Distribuição dos avaliadores por nível de escolaridade	101
<b>Gráfico 17</b> - Grau de conhecimento prévio e após as atividades de campo	102
<b>Gráfico 18</b> - Visibilidade e grau de satisfação com os materiais interpretativos	103

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Categorias temáticas utilizadas na inventariação dos geossítios.....	29
<b>Quadro 2</b> - Critérios de Quantificação do Valor Científico (VC).....	31
<b>Quadro 3</b> - Critérios de Quantificação do Risco de Degradação (RD).....	31
<b>Quadro 4</b> - Critérios de Quantificação dos Potenciais de Uso Educativo e Turístico (PUE/PUT).....	32
<b>Quadro 5</b> - Critérios de classificação dos valores obtidos no processo de quantificação.....	33
<b>Quadro 6</b> - Classificação dos valores de VC, RD, PUE e PUT.....	33
<b>Quadro 7</b> - Definição das classes de prioridade de proteção.....	36
<b>Quadro 8</b> - Matriz de critérios para a definição de sítios prioritários em ações de proteção.....	36
<b>Quadro 9</b> - Síntese das características das Unidades Litoestratigráficas.....	53
<b>Quadro 10</b> - Identificação dos sítios de interesse geológico por numeração.....	76
<b>Quadro 11</b> - Geossítios com <i>status</i> de proteção máxima.....	95
<b>Quadro 12</b> - Sítios de interesse geológico com alta prioridade de uso.....	96

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Caracterização da área de estudo nas regiões estaduais paulistas.....39

**Tabela 2** - Cobertura original da Mata Atlântica e remanescente na região da Bacia do Corumbataí.....59

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABH	Agência de Bacias Hidrográficas
Abr.	Abrigo
Aflor.	Afloramento
APA	Área de Proteção Ambiental
Arq.	Aqueológico
AUP	Aglomerado Urbano de Piracicaba
Cach.	Cachoeira
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Cav.	Caverna
Ceapla	Centro de Análise e Planejamento Ambiental
Cepagri	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura
CM	Superfície de Cimeira
Compl.	Complexo
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DGA	Departamento de Geologia Aplicada
E	Leste
EGN	European Geopark Network
EGRIC	Espeleo Grupo Rio Claro
Emplasa	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
Faz.	Fazenda
FCA	Faculdade de Ciências Aplicadas
FEENA	Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade
FF	Fundação Florestal
GEMA	Laboratório de Geologia de Engenharia e Meio Ambiente
GeoSciEd	Conferência Internacional de Educação em Geociências
Gesmar	Grupo de Estudos Ambientais da Serra do Mar
GGN	Global Geopark Network
GPS	Sistema de Posicionamento Global
Gr.	Gruta
hab	habitantes
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IF	Instituto Florestal
IG	Instituto Geológico
IGCE	Instituto de Geociências e Ciências Exatas
IPEF	Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
km	Quilômetros

km <sup>2</sup>	Quilômetros quadrados
m	Metros
M.	Morro
Mir.	Mirante
MIT	Município de Interesse Turístico
MMP	Macrometrópole Paulista
Mus.	Museu
N	Norte
NW	Noroeste
ONU	Organização das Nações Unidas
PCJ	Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí
Ped.	Pedreira
PIB	Produto Interno Bruto
Pq.	Parque
PUE	Potencial de Uso Educativo
PUT	Potencial de Uso Turístico
R\$	Reais
RA	Região Administrativa
RD	Risco de Degradação
S	Sul
SE	Sudeste
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SMA	Secretaria de Meio Ambiente
SP	São Paulo
St.	Sítio
UC	Unidade de Conservação
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Unesco	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
Unesp	Universidade Estadual Paulista
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transverse Mercator
VC	Valor Científico
VCP	Aeroporto Internacional de Viracopos
W	Oeste

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>17</b>
2.1	Geodiversidade	17
2.2	Geopatrimônio	18
2.3	Geoconservação	19
2.4	Geoturismo	20
2.5	Geoparques	20
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Inventariação</b>	<b>25</b>
3.1.1	Pesquisa bibliográfica	25
3.1.2	Trabalhos de campo	26
3.1.3	Banco de Dados	27
3.1.4	Categorias Temáticas	28
<b>3.2</b>	<b>Quantificação</b>	<b>30</b>
3.2.1	Análise da quantificação	32
<b>3.3</b>	<b>Valorização</b>	<b>37</b>
3.3.1	Materiais interpretativos	37
3.3.2	Avaliação	37
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORUMBATAÍ</b>	<b>38</b>
4.1	Aspectos Socioeconômicos e Demografia	38
4.2	Geomorfologia	39
4.3	Hidrografia e Recursos Hídricos	44
4.4	Clima	47
4.5	Geologia Regional	48
4.6	Pedologia	54
4.7	Uso e ocupação do solo	55
4.8	Biodiversidade vegetal	58
4.9	Província Espeleológica Serra do Itaqueri	59
4.10	Arqueologia	60
4.11	Geoconservação na Bacia do Corumbataí	62
4.11.1	Projeto Geoparque Corumbataí	63

<b>5</b>	<b>PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DA BACIA DO CORUMBATAÍ</b>	<b>65</b>
<b>5.1</b>	<b>Inventariação</b>	<b>65</b>
5.1.1	Banco de dados	68
<b>5.2</b>	<b>Quantificação</b>	<b>74</b>
5.2.1	Relevância	74
5.2.2	Uso Potencial Prioritário	81
5.2.3	Risco de Degradação	88
5.2.4	Prioridade de Proteção e Prioridade de Uso	92
<b>5.3</b>	<b>Valorização</b>	<b>99</b>
5.3.1	Guia de Campo	99
5.3.2	Painel Interpretativo	99
5.3.3	Mapa de Situação	100
5.3.4	Produção de vídeo	100
5.3.5	Avaliação dos materiais interpretativos	100
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>104</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>118</b>
	<b>APÊNDICE A - Formulário de Cadastro de Pontos no Projeto Geoparque Corumbataí</b>	<b>119</b>
	<b>APÊNDICE B - Questionário de avaliação das atividades de visita e materiais interpretativos do Projeto Geoparque Corumbataí</b>	<b>120</b>
	<b>APÊNDICE C - Banco de Dados e Arquivos Digitais do Projeto</b>	<b>124</b>
	<b>APÊNDICE D - Números de Identificação dos Sítios de Interesse Geológico</b>	<b>125</b>
	<b>APÊNDICE E - Guia de Campo Interpretativo do Roteiro Geoturístico e Científico no Projeto Geoparque Corumbataí</b>	<b>126</b>
	<b>APÊNDICE F - Proposta de Painel Interpretativo para o Geossítio “Mirante da Serra do Fazendão”</b>	<b>127</b>
	<b>APÊNDICE G - Mapa de Situação do Roteiro nos Geossítios “Seção da Serra do Fazendão”, “Mirante da Serra de Charqueada”, “Gruta do Fazendão” e “Mirante da Serra do Fazendão”</b>	<b>128</b>

<b>ANEXOS</b> .....	<b>129</b>
<b>ANEXO A</b> - Quadro de critérios para a quantificação do Valor Científico (VC) com base em Brilha (2016).....	130
<b>ANEXO B</b> - Quadro de critérios para a quantificação do Risco de Degradação (DR) com base em Brilha (2016).....	131
<b>ANEXO C</b> - Quadro de critérios para a quantificação do Potencial de Uso Educativo (PUE) e do Potencial de Uso Turístico (PUT) com base em Brilha (2016).....	132

## 1 INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí está situada na porção centro-leste do estado de São Paulo (Figura 1), em uma região de rica e notável diversidade natural. Dotada de abundantes recursos hídricos e mananciais, as águas da bacia são fonte para o abastecimento público de cerca de 600 mil pessoas (NOBRE, 2008). Em face da excepcional qualidade ambiental, a região possui um histórico de milhares de anos de ocupação humana, agregando a perspectiva cultural ao patrimônio regional.

A bacia se insere em um dos principais territórios de desenvolvimento socioeconômico do país, situação que impõe diversos desafios ao ordenamento territorial. O suporte à ocupação e ao desenvolvimento advém dos variados serviços ambientais relacionados à diversidade natural da bacia. Além do abastecimento de água, recursos como o solo, as rochas, as áreas verdes e outros elementos do capital natural cumprem funções que, direta ou indiretamente sustentam e beneficiam a sociedade.

**Figura 1** - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí no estado de São Paulo



Fonte: Elaborado pelo autor

Esta importante bacia já foi palco de inúmeros estudos e pesquisas nas mais diversas temáticas, compondo um grande acervo de conhecimento científico. Atualmente, há uma corrente de pesquisas apoiando-se na preservação e no uso sustentável do patrimônio natural e cultural da bacia como subsídio para sustentar o desenvolvimento regional.

A conservação de áreas naturais constitui uma atividade secular no Brasil e no mundo, porém, estas iniciativas eram tratadas, predominantemente, sob a ótica do patrimônio biótico. Já a vertente com enfoque no patrimônio abiótico ganhou força a partir do final do século XX (OLIVEIRA, 2014; RODRIGUES, 2018). Para acompanhar as novas concepções de conservação da natureza, a comunidade geocientífica se apropriou de termos como Geodiversidade, compreendida como a diversidade de

elementos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, incluindo seus conjuntos, relações, propriedades, interpretações e sistemas (GRAY, 2004).

As ferramentas empregadas na identificação, caracterização, proteção e uso sustentável da geodiversidade são objeto de estudo da Geoconservação, área do conhecimento na qual esta pesquisa está inserida. Mais especificamente, o presente trabalho se ocupou das técnicas de Geoconservação aplicadas a um conceito de desenvolvimento sustentável aliado à estruturação de um projeto de Geoparque.

Neste contexto, a criação da Rede Global de Geoparques (*Global Geoparques Network* - GGN), em 2004, marcou o início da consolidação de um modelo de geoconservação operado sob os auspícios da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). Atualmente, a denominação Geoparque Global da Unesco é uma marca atribuída pela organização a regiões de relevante patrimônio geológico, cuja gestão integre preservação, educação e desenvolvimento sustentável de forma holística (UNESCO, 2019).

As atividades desenvolvidas em um geoparque incluem proteção de geossítios, educação em geociências, geoturismo e valorização socioeconômica das comunidades locais. Atualmente, existem 140 geoparques localizados em 38 países do mundo. O continente americano conta com sete geoparques, dos quais dois ficam no Hemisfério Sul e um, o Geoparque Araripe, está situado no estado do Ceará, Brasil.

Além dos Geoparques da Rede Global, existem regiões onde estão sendo concebidos projetos de Geoparques, ou seja, a comunidade local está organizada ou se organizando para adequar o território ao modelo da Unesco e, futuramente, pleitear o título de Geoparque Global.

Na região da Bacia Hidrográfica do Corumbataí universidades, poder público e comunidade estão empenhados, desde 2016, no desenvolvimento do Projeto Geoparque Corumbataí, visando futura associação na Rede Global. Desta maneira, justifica-se a relevância da escolha do Projeto Geoparque Corumbataí como objeto do presente estudo.

A partir do panorama exposto, o objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar estratégias de geoconservação na região da Bacia do Corumbataí, voltadas ao desenvolvimento do Projeto Geoparque Corumbataí.

Como objetivos específicos, podem ser considerados:

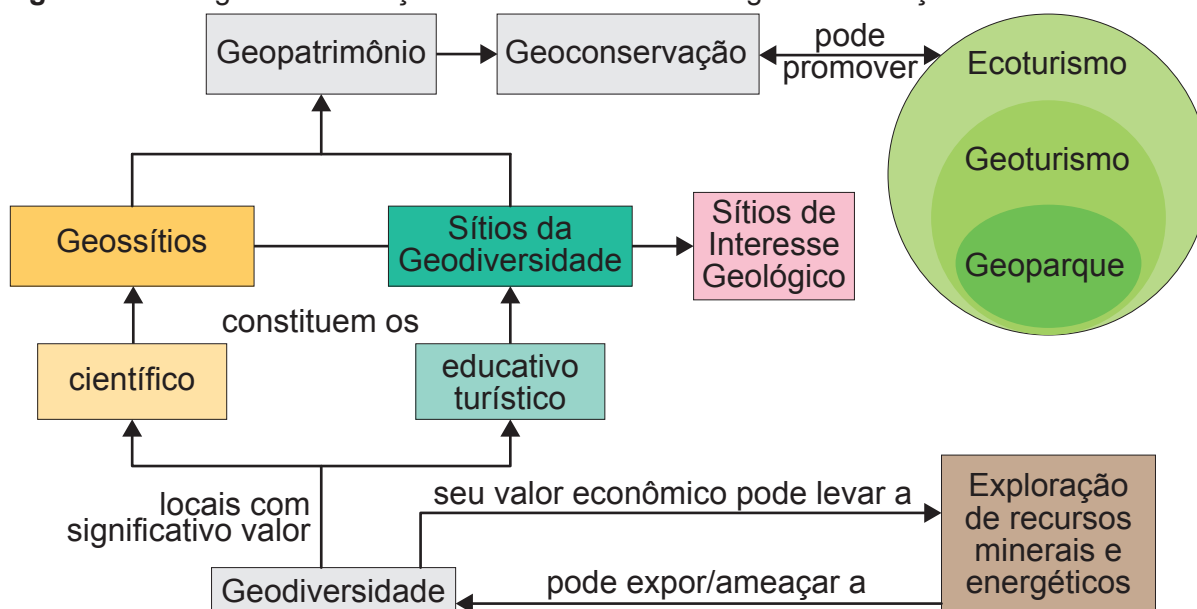
- a) Identificar a geodiversidade na Bacia do Corumbataí;
- b) Caracterizar os sítios de interesse geológico;
- c) Identificar potencialidades de uso e prioridades de proteção do patrimônio geológico, e
- d) Elaborar produtos de valorização do patrimônio geológico, com enfoque em geoconservação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente pesquisa está inserida no campo de estudo da **geoconservação**, um ramo interdisciplinar das Ciências da Terra que passou a se destacar na comunidade geocientífica a partir do final do século XX. Na presente década, as pesquisas em geoconservação avançaram rapidamente e atingiram posição de destaque em importantes eventos geocientíficos do Brasil e do mundo como, por exemplo, o 36º Congresso Internacional de Geologia (IGC), em que a geoconservação está presente na primeira temática do evento.

A geoconservação, em seu sentido mais amplo, representa um polinômio que agrega os conceitos de geodiversidade, geopatrimônio (ou patrimônio geológico), geoturismo e geoparques, sintetizados na Figura 1.

**Figura 2** - Fluxograma de relação entre os conceitos em geoconservação



Fonte: Adaptado de Araújo (2005)

No presente capítulo, tais conceitos serão apresentados e discutidos com base em obras clássicas da bibliografia, em debates ocorridos nos principais eventos da área e em práticas adotadas pelo Grupo de Estudos em Geoconservação da Unesp Rio Claro. Entre as obras de referência sobre os conceitos e a epistemologia dos termos em questão, destacam-se as obras de Nieto (2001), Sharples (2002), Gray (2004), Araújo (2005), Brilha (2005), Carcavilla et al. (2008), Nascimento et al. (2008), Stanley (2000), Mantesso-Neto (2010), Henriques et al. (2011), Nascimento et al. (2015), Reynard e Brilha (2018) e Ólafsdóttir e Tverijonaite (2018), bem como outras que serão citadas no decorrer do trabalho.

## 2.1 Geodiversidade

O planeta Terra é um sistema composto por 94 elementos químicos ordenados em inúmeras combinações interagindo entre si. As interações entre estes elementos dão origem, com efeito, a base de toda a diversidade natural do planeta, incluindo a estrutura física e os ciclos que fornecem suporte à vida.

A **geodiversidade** compreende os elementos e processos abióticos da diversidade natural e também seus efeitos no meio biótico. O termo começou a ser sistematicamente empregado com este sentido pela comunidade científica no final do século XX e, desde então, vem sendo definido com critério e consistência crescentes (GRAY, 2004).

Nesta pesquisa foi adotada a definição de Gray (2004), na qual “geodiversidade é a diversidade de elementos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, incluindo seus conjuntos, relações, propriedades, interpretações e sistemas” (GRAY, 2004, p. 8).

Tal definição parte de uma concepção holística de geodiversidade, integrando a relação entre os meios abiótico e biótico. Stanley (2000, p. 15) acrescenta que os elementos e processos da geodiversidade dão suporte à vida na Terra.

Gray (2004) enumerou alguns parâmetros que contribuem para a relevância da geodiversidade:

- a) Valor Intrínseco: refere-se à própria existência da geodiversidade, independente de seu valor utilitário;
- b) Valor Cultural: gerado pela apropriação da geodiversidade pela sociedade, gerando um sentimento de identificação;
- c) Valor Estético: relacionado à forma do meio físico, incluindo a interação da geodiversidade com os sentidos humanos;
- d) Valor Econômico: agregado ao valor monetário associado aos bens extraídos do meio físico;
- e) Valor Funcional: dependente dos serviços ecossistêmicos prestados *in situ* pela geodiversidade, e
- f) Valor Científico: atrelado ao papel da geodiversidade para o avanço do conhecimento científico.

No capítulo 4 deste trabalho será apresentada uma síntese da geodiversidade na região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí.

## 2.2 Geopatrimônio

A extensa amplitude de elementos e processos que compõe a geodiversidade é um desafio à aplicação de estratégias para sua conservação. Neste sentido, instituiu-se o conceito de **geopatrimônio** para designar a porção da geodiversidade que compreende as peças-chave da diversidade natural abiótica. Portanto, o geopatrimônio é constituído pelos sítios ou elementos da geodiversidade que melhor registram o conjunto e a distribuição desta diversidade, servindo como base para o entendimento da evolução geológica na região onde estão inseridos.

Para alguns autores, o geopatrimônio inclui feições que apresentam maior relevância científica, cultural e educativa (CARCAVILLA et al., 2008), enquanto outros, como Brilha (2016), consideram apenas o valor científico na definição do geopatrimônio. Neste trabalho, foi empregada a definição mais ampla, uma vez que a legislação brasileira de proteção do patrimônio histórico e artístico se vale, com efeito, dos princípios generalistas. Além disso, ao aplicar o conceito de Geopatrimônio às estratégias voltadas a geoparques, torna-se imprescindível a concepção holística entre ciência, educação e sociedade.

## 2.3 Geoconservação

Não obstante a importância da geodiversidade e o geopatrimônio para a sociedade, estes bens possuem diferentes graus de vulnerabilidade que podem ameaçar sua existência. Brilha (2005) argumenta que a maior parte das ameaças à geodiversidade advém, direta ou indiretamente, de atividades antrópicas, mas Gray (2005) considera que as ameaças também podem estar relacionadas a mudanças climáticas e outros fatores naturais.

Diante desta realidade, a **geoconservação *stricto sensu*** surgiu como ramo aplicado das geociências, que se ocupa das estratégias e ferramentas para a gestão sustentável do geopatrimônio (BRILHA, 2005).

Para Sharples (2002, p. 6), o objetivo da geoconservação é:

Preservar a diversidade natural de significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, mantendo a evolução natural (velocidade e intensidade) desses aspectos e processos, por seus valores intrínsecos, ecológicos e patrimoniais.

Brilha (2005) propôs uma estratégia de geoconservação, organizada em seis etapas sequenciais, que vêm sendo amplamente utilizada nas pesquisas da área, assim designadas:

- a) Inventário: trata da identificação e caracterização básica dos sítios de interesse geológico;

- b) Quantificação: visa estabelecer um valor numérico para a relevância dos sítios de interesse geológico;
- c) Classificação: atenta para a proteção legal e demais políticas públicas envolvendo o geopatrimônio;
- d) Conservação: se refere a iniciativas de conservação física do geopatrimônio;
- e) Valorização: abrange ações de interpretação, educação, divulgação, e outras iniciativas que agreguem valor ao geopatrimônio, e
- f) Monitoramento: consiste em ações para identificar e quantificar a possível degradação do geopatrimônio ao longo do tempo e garantir, ao máximo, a manutenção de sua integridade.

Este trabalho se ocupou, predominantemente, das etapas de inventário, quantificação e valorização do patrimônio geológico, cujos métodos são detalhados no capítulo 3.

## 2.4 Geoturismo

O **geoturismo** pode ser enquadrado como uma vertente do ecoturismo, na qual a geodiversidade constitui o principal atrativo e a interpretação geológica, a primordial atividade. Hose (1995) define geoturismo como um sistema de informações e serviços que amplia a observação turística da geodiversidade para além do aspecto estético, de modo que os turistas compreendam e valorizem a relevância do meio físico.

Matthias e Andreas (2013) defendem, ainda, que o geoturismo não deve se limitar ao patrimônio geológico, e sim considerar a integração entre todos os aspectos do meio natural, evidenciando a geodiversidade como a base e o fio condutor do desenvolvimento dos meios biótico e cultural.

Nieto (2002) defende que o geoturismo é o segmento industrial que melhor aproveita o valor econômico da geodiversidade ao promover a exploração do meio natural, ao mesmo tempo em que contribui para sua preservação. O geoturismo tem a responsabilidade de gerar empregos, valorizar o geopatrimônio, sensibilizar a população, popularizar o conhecimento geológico e instituir o sentimento de pertencimento na comunidade (PATZAK, 2001; ARAÚJO, 2005).

Komoo e Patzak (2008) consideram o geoturismo como uma atividade propulsora do desenvolvimento sustentável regional. Os autores ressaltam a importância da participação ativa da comunidade local que, dotada de conhecimento geocientífico, pode atuar no desenvolvimento de atrativos geoturísticos, na confecção de geoprodutos e no oferecimento de serviços, de forma a tornar a geoconservação economicamente viável. Para atingir tais objetivos, os autores defendem, enfaticamente, a estratégia de criação de geoparques.

## 2.5 Geoparques

O conceito de **geoparque** surgiu na Europa, em meados da década de 1990, com a criação da *European Geoparques Network* (EGN) por quatro parques nacionais (França, Grécia, Alemanha e Espanha). A organização foi formada com o intuito de sistematizar e difundir boas práticas de geoconservação, que vinham sendo implementadas com sucesso em seus territórios. Para tanto, a entidade propôs um modelo integrado de desenvolvimento sustentável, aliando geoturismo à proteção do patrimônio natural (Unesco, 2019).

Com o crescimento da rede e repercussão positiva, a iniciativa foi estendida à escala mundial e, em 2015, a Unesco adotou como programa oficial a *Global Geoparques Network* (GGN). Em abril de 2018, estavam catalogados 140 geoparques distribuídos em 38 países (Figura 3).

**Figura 3** - Mapa de geoparques oficiais da rede da *Global Geoparques Network*



Fonte: Unesco (2018)

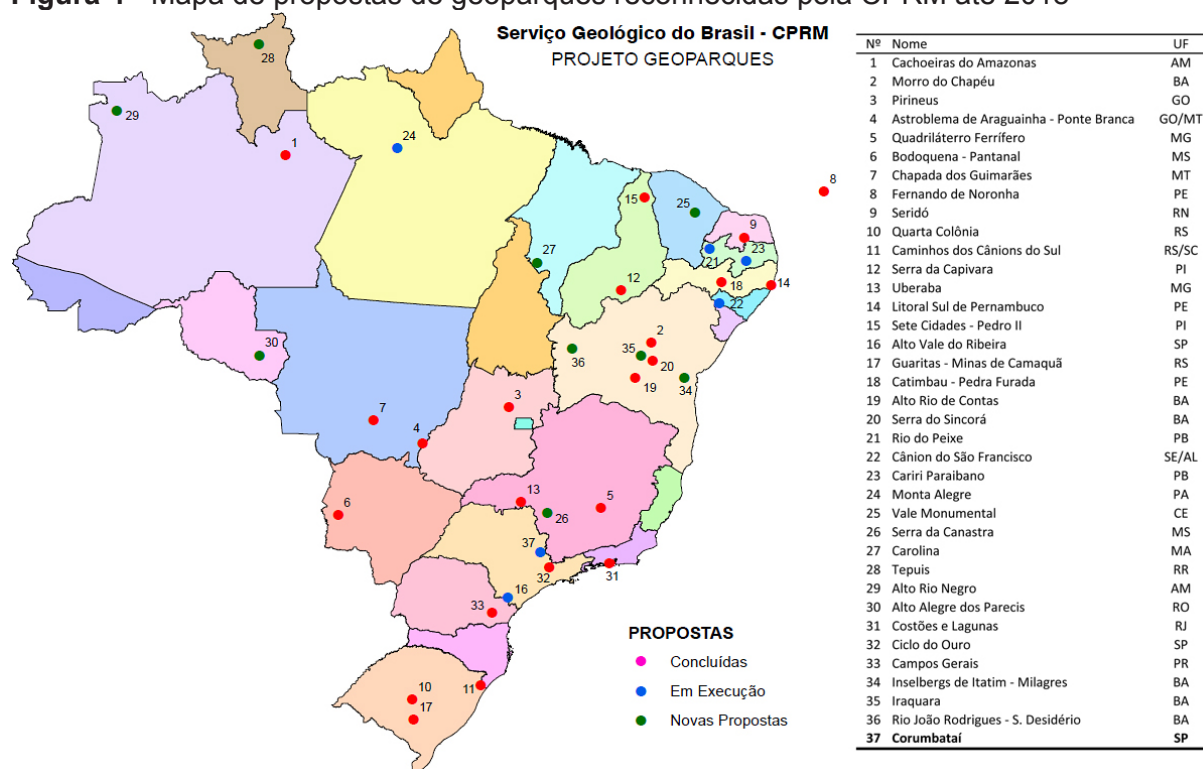
Entre os fatores que levaram a Unesco a apoiar os geoparques está a contribuição que fornecem para o alcance das metas de desenvolvimento sustentável 2030, conforme definidas pela ONU (2018), incluindo:

- fim da pobreza (meta 1.5);
- educação de qualidade (meta 4.7);
- igualdade de gênero (meta 5.5);

- d) trabalho digno e crescimento econômico (meta 8.9);
- e) cidades e comunidades sustentáveis (meta 11.4);
- f) produção e consumo responsáveis (metas 12.8 e 12.b);
- g) combate aos impactos das mudanças climáticas (meta 13.3), e
- h) desenvolvimento de parcerias globais (metas 17.9 e 17.16).

Diante desta nova realidade global de proteção do patrimônio natural e desenvolvimento sustentável, o governo brasileiro, por meio do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), criou, em 2006, um programa próprio para induzir a criação de geoparques no país. O Projeto Geoparques da CPRM contava, em 2018, com 37 propostas, distribuídas em 21 estados (Figura 4). Dentre os territórios mapeados, são incluídas regiões em diferentes níveis de desenvolvimento, desde áreas onde foram realizadas apenas pesquisas básicas, até outras que estão na iminência de candidatar-se a Rede Global de Geoparques.

**Figura 4 - Mapa de propostas de geoparques reconhecidas pela CPRM até 2018**



Fonte: CPRM (2017)

Atualmente existe, no Brasil, apenas um Geoparque Global Unesco, o Geoparque Araripe, localizado no estado do Ceará. Apesar disso, diversos outros territórios estão aplicando este modelo de geoconservação com vistas à futura certificação pela GGN. É o caso do Projeto Geoparque Corumbataí, com o qual esta pesquisa visa contribuir. Outros projetos de destaque no Brasil, por adotarem práticas de sucesso

na proteção e valorização da patrimônio natural são: Geoparque Cânions do Sul (RS/SC), Geoparque Costões e Lagunas (RJ), Geoparque Seridó (RN), Geoparque Sincorá (BA), entre outros.

Em geral, as atividades desenvolvidas nos projetos de territórios aspirantes a Geoparques incluem a organização de reuniões e grupos de trabalho com membros de universidades, poder público e comunidade, atividades de capacitação para educadores e profissionais do turismo, produção de conteúdo interpretativo, entre outras ações de geoconservação.

Para alcançar o reconhecimento pela Unesco e participar da GGN, os territórios aspirantes a geoparque devem atender e manter os seguintes pré-requisitos pelo período de um ano:

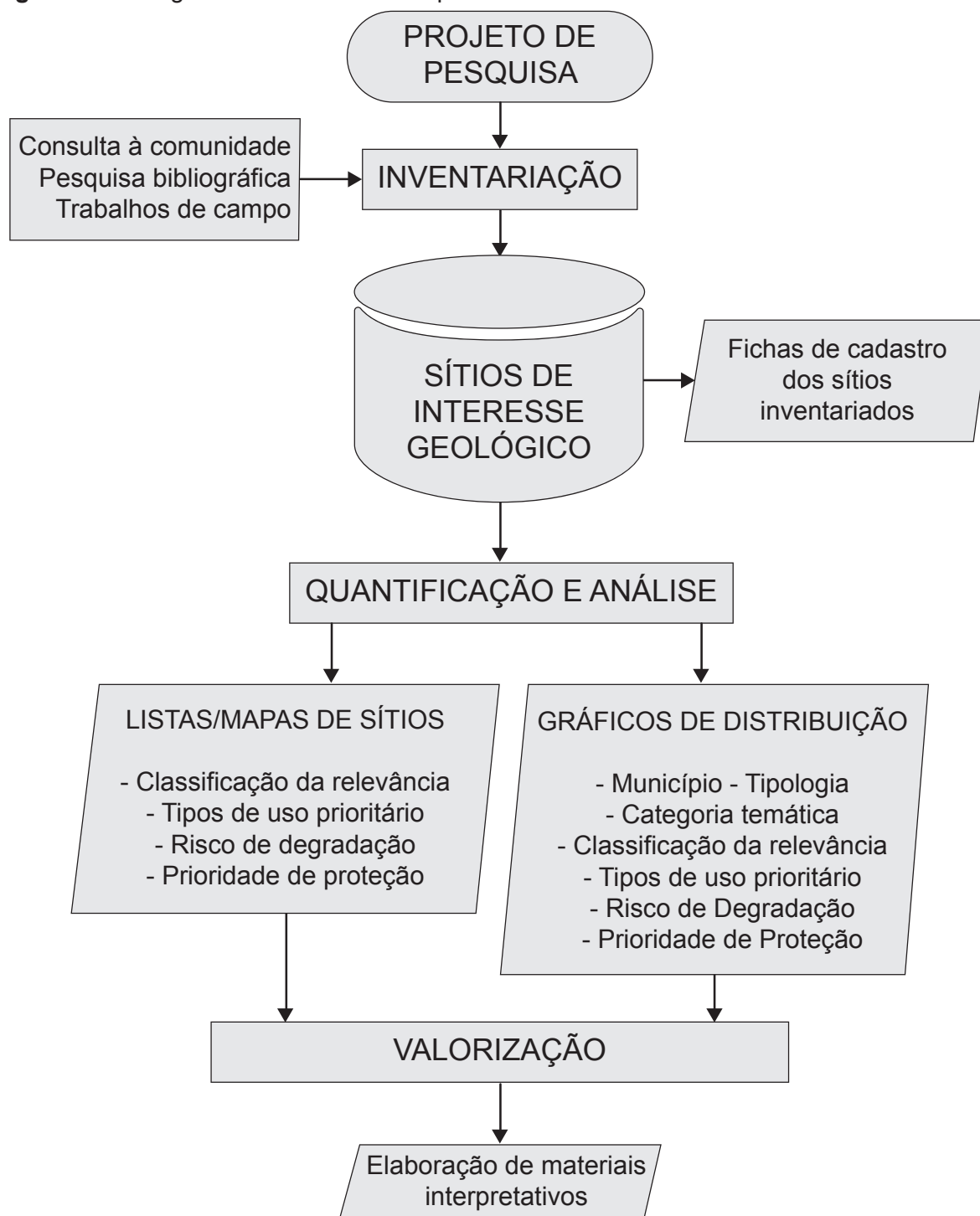
- a) possuir território definido e apresentar, pelo menos, um elemento do geopatrimônio de relevância científica internacional;
- b) ser gerido com uma concepção holística de proteção, educação, pesquisa e desenvolvimento sustentável, visando o uso do patrimônio natural e cultural para promover a conscientização sobre aspectos da geodiversidade;
- c) ser administrado por uma entidade com capacidade de gestão do patrimônio, em consonância com a legislação ambiental;
- d) envolver as comunidades locais nos espaços de planejamento e operação, com vistas a promover o desenvolvimento socioeconômico e a proteção do patrimônio natural e cultural;
- e) participar e colaborar com a GGN e os demais membros, e
- f) promover a geoética e a proteção legal dos geossítios e sítios da geodiversidade.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos adotados na presente pesquisa foram organizados em três etapas: 1) Inventariação, 2) Quantificação e análise, 3) Valorização.

A Figura 4 apresenta a ordem das etapas e os principais produtos gerados.

**Figura 5** - Fluxograma de métodos e etapas do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor

Esta sucessão de etapas focou, inicialmente, a caracterização do meio natural no qual a área de estudo está inserida, seguida da identificação e caracterização dos pontos de maior relevância, incluindo a distribuição espacial, para utilização em futuras estratégias de geoconservação.

Os procedimentos de gabinete deste trabalho, envolvendo pesquisa bibliográfica, organização e análise dos dados, foram realizados no Laboratório de Geologia de Engenharia e Meio Ambiente (GEMA) do Departamento de Geologia Aplicada (DGA) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Unesp, Câmpus de Rio Claro.

A seguir, são detalhadas as atividades realizadas em cada etapa da pesquisa:

### **3.1 Inventariação**

Como base da estratégia de geoconservação, foi realizada a inventariação dos sítios de interesse geológico, com o objetivo de identificar, caracterizar e pré-selecionar os locais para o desenvolvimento das demais etapas da pesquisa, com base no trabalho de Brilha (2016).

As atividades de inventariação envolveram pesquisa bibliográfica, consulta à comunidade, trabalhos de campo e tratamento dos dados, tendo como principal produto a criação de um banco de dados.

O processo de inventariação foi norteado por critérios visando englobar sítios com importantes características científicas, educativas e turísticas. De forma geral, procurou-se incluir no inventário sítios que contenham referências na bibliografia ou que tenham o uso consagrado pelas comunidades locais (em uso turístico ou educativo de nível básico a superior) ou científica. Como proposto por Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010), não foram adotados critérios excludentes, como condições de acesso e estado de conservação, por se considerar que estas características serão devidamente quantificadas nas etapas seguintes.

#### **3.1.1 Pesquisa bibliográfica**

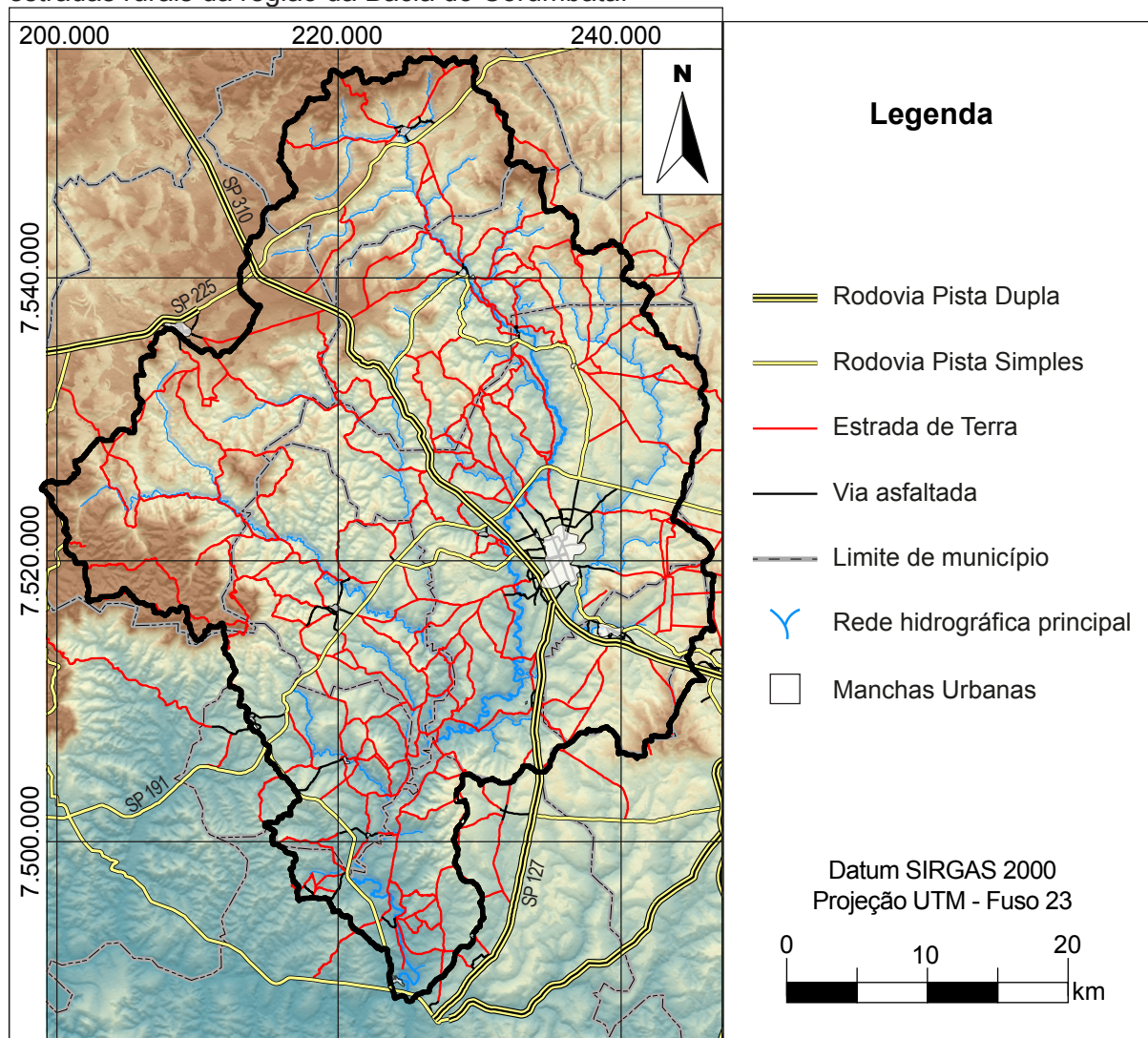
A pesquisa bibliográfica foi contínua durante a elaboração da pesquisa e incluiu consulta a periódicos, relatórios técnico-científicos, livros, revistas, páginas na internet, vídeos, fotos, mapas, cartas e imagens aéreas. A busca por referências foi feita, predominantemente, *online*, em bancos de dados, como os repositórios das universidades públicas brasileiras e os portais: Periódicos CAPES, Scielo, ResearchGate, Academia, Springer Nature, Microsoft Academic, Google Acadêmico, entre outros.

No total, foram pesquisadas cerca de 500 obras, catalogadas no *software* Mendeley Desktop 1.19.3. As principais palavras-chave da bibliografia cadastrada estão representadas em forma de nuvem de palavras, na qual as palavras mais



de campo incluíram: martelo de geólogo, lupa, caderneta, lápis dermatográfico, escova de mão, *smartphone* (*Hardware*: modelo Nomu s20, com sensores acelerômetro, giroscópio, magnetômetro e GPS; *Software*: sistema operacional Android e aplicativo BackCountry Navigator), lanterna, máquina fotográfica, escala e sacolas de amostras.

**Figura 7** - Mapa de caminhamentos de campo do estudo, incluindo as principais rodovias e estradas rurais da região da Bacia do Corumbataí



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.1.3 Banco de Dados

O banco de dados é um sistema virtual criado para o armazenamento e gerenciamento das informações coletadas nas atividades de inventariação.

O banco de dados foi construído com o *software* Filemaker Pro Advanced 17.0.1.143 e conta com as seguintes seções:

- 1) Ficha de cadastro dos sítios de interesse geológico;
- 2) Lista geral dos sítios de interesse geológico;

- 3) Informações sobre estabelecimentos de educação e saúde (emergência), e
- 4) Informações sobre o Projeto Geoparque Corumbataí.

As funcionalidades disponíveis no banco de dados incluem: cadastro de sítios, cálculo da quantificação, pesquisa, filtragem e classificação de sítios.

### **3.1.3.1 Ficha de cadastro dos sítios de interesse geológico**

As fichas de cadastro dos sítios de interesse geológico foram elaboradas em quatro partes, contendo:

- 1) Tela de resumo com as principais informações do sítio;
- 2) Tela com informações de localização e acesso, incluindo mapa de localização;
- 3) Tela de conteúdo, apresentando informações sobre os conteúdos da geodiversidade presentes, descrição do sítio, bem como referências bibliográficas, e
- 4) Tela de quantificação, contendo formulário de cálculo.

Em resumo, as principais informações levantadas para cada sítio foram:

- a) Nome do sítio;
- b) Localização (município / acesso / coordenadas);
- c) Tipologia: ponto, seção, área, mirante, área complexa (FUERTES-GUTIÉRREZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010);
- d) Categoria temática: item 3.1.4;
- e) Compartimento geomorfológico;
- f) Conteúdos da geodiversidade presentes;
- g) Unidades litoestratigráficas representadas;
- h) Referências bibliográficas, e
- i) Fotos e esquemas ilustrativos.

### **3.1.4 Categorias Temáticas**

A definição de categorias temáticas visa auxiliar a organização e tratamento dos dados coletados na inventariação. Este tipo de abordagem vem sendo utilizado por diversas iniciativas recentes de inventariação no Brasil e no mundo (MOURA et al., 2017; NGUYEN-THUY et al., 2018). As categorias temáticas escolhidas devem representar, em seu conjunto, todos os conteúdos relacionados à geodiversidade com ocorrência na área do levantamento.

Uma preocupação durante o processo de inventariação no presente estudo foi a inclusão e a distribuição de sítios de interesse geológico representativos de todas as

categorias, de forma a se obter um registro completo do patrimônio geológico.

Ao descreverem a diversidade natural na Bacia do Corumbataí, Zaine e Zaine (2009), com foco no patrimônio abiótico, utilizaram as seguintes classificações: 1) Cuestas e Morros Testemunhos, 2) Cavernas, 3) Recursos Hídricos, 4) Quedas d'Água, 5) Formações Geológicas, 6) Jazigos Fossilíferos e 7) Sítios Arqueológicos. Para este trabalho, esta classificação foi adaptada, formando um conjunto de nove categorias temáticas, cujos principais atributos constam no Quadro 1.

**Quadro 1** - Categorias temáticas utilizadas na inventariação dos geossítios

<b>Categorias Temáticas de Relevância Científica</b>	
Arqueologia	Sítios que contenham elementos representativos da ocupação pré-colombiana da região, tal como, materiais líticos, cerâmicos e artes ruprestres. Também engloba sítios que ilustrem processos exógenos relacionados ao transporte e à deposição de artefatos. Os sítios desta categoria frequentemente apresentam proximidade a corpos d'água ou relação com cavidades naturais.
Cavidades Naturais	Cavidades areníticas da Província Espeleológica da Serra de Itaqueri.
Cuestas e Morros Testemunhos	Sítios localizados na região das cuestas arenítico-basálticas, bem como mirantes dos quais se tenha uma visão privilegiada das cuestas e dos morros testemunhos.
Estratigrafia e Rochas Sedimentares	Sítios que apresentem estruturas sedimentares ou relações estratigráficas que permitam interpretações paleoambientais.
Geologia Estrutural e Tectonismo	Sítios que apresentem estruturas formadas em decorrências dos eventos tectônicos ocorridos na região.
Magmatismo Serra Geral	Afloramentos de diques e soleiras de diabásio e derrames basálticos da Formação Serra Geral (Cretáceo). Os sítios desta categoria estão frequentemente associados a quedas d'água e quebras de relevo, devido à maior competência destas rochas em relação às demais unidades sedimentares.
Museus e Coleções	Sítios contendo elementos <i>ex-situ</i> da geodiversidade, englobando, principalmente, coleções de rochas, minerais, fósseis e artefatos arqueológicos.
Paleontologia	Sítios com jazigos fossilíferos e/ou feições que remetam a interpretações paleoambientais, paleoclimáticas e paleogeográfica ou sobre a evolução biótica. Os sítios fossilíferos estão predominantemente associados às formações Tatuí, Irati e Corumbataí (Permiano), embora também sejam encontrados em afloramentos do Grupo Itararé (Carbonífero - Permiano) e das formações Piramboia (Triássico), Botucatu (Jurássico) e Rio Claro (Quaternário).
Geologia do Quaternário e Geotecnia	Sítios que apresentem elementos da geodiversidade do Período Quaternário, bem como a ocorrência e o registro de processos exógenos, incluindo também as intervenções antrópicas no meio físico, por meio de técnicas de engenharia.

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação às categorias propostas por Zaine e Zaine (2009), a categoria “Formações Geológicas” foi subdividida nas categorias “Estratigrafia e Rochas Sedimentares”, “Geologia Estrutural e Tectonismo”, “Magmatismo Serra Geral” e “Geologia do Quaternário e Geotecnia”. As categorias “Recursos Hídricos” e “Quedas d’Água” também foram suprimidas e os sítios que apresentam estes componentes foram redistribuídos entre as demais categorias, com base nos elementos que condicionam a ocorrência dos recursos hídricos.

Embora as categorias sejam instrumentos para a organização dos sítios de interesse geológico, optou-se por uma abordagem temática, em detrimento de categorias geológicas, cujo principal objetivo é estruturar o geopatrimônio de relevância científica (geossítios). Dessa forma, as categorias também são aplicáveis para os sítios da geodiversidade, apontando as diferentes áreas do conhecimento geológico presentes nos locais de interesse, com o intuito de direcionar as estratégias de geoconservação subsequentes.

### **3.2 Quantificação**

A etapa da quantificação tem como objetivo avaliar a relevância dos sítios inventariados quanto ao valor científico, risco de degradação e potencial de uso para atividades educativas e turísticas. O levantamento da relevância do geopatrimônio é um passo fundamental das estratégias de geoconservação, pois estabelece critérios para planejamento e gestão do patrimônio natural.

Os resultados da quantificação fornecem uma indicação dos sítios mais relevantes da área de estudo, dos sítios prioritários para ações de proteção e conservação e dos mais aptos para atividades educativas e geoturísticas.

Para a quantificação, a lista de sítios de interesse geológico levantada na etapa de inventariação foi submetida à avaliação, utilizando critérios expressos em parâmetros numéricos. O método utilizado foi o de Brilha (2016) que, por sua vez, é uma revisão pelo próprio autor do método proposto em 2005, após anos de experiência como membro da equipe de avaliadores da Rede Global de Geoparques (GGN). Também concorreu para a escolha deste método sua utilização na plataforma brasileira de inventário, qualificação e avaliação quantitativa de Geossítios e de Sítios da Geodiversidade (Geossit), gerenciada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2018).

No método utilizado, Brilha (2016) define três conjuntos de critérios e respectivos pesos considerados na avaliação quantitativa dos sítios de interesse geológico:

- 1) Relevância científica (VC; Quadro 2);
- 2) Risco de degradação (RD; Quadro 3), e
- 3) Potenciais de uso educativo e turístico (PUE/PUT; Quadro 4).

A lista completa de critérios é apresentada nos ANEXOS A, B e C.

**Quadro 2** - Critérios de Quantificação do Valor Científico (VC)

Critérios			Pesos (%)
A1	Representatividade	Capacidade do sítio de ilustrar elementos ou processos geológicos	30
A2	Local-tipo	Importância do sítio como referência ou modelo	20
A3	Conhecimento científico	Relevância de publicações científicas sobre o sítio	5
A4	Integridade	Estado de conservação dos elementos geológicos	15
A5	Diversidade geológica	Quantidade de elementos geológicos representados	5
A6	Raridade	Existência de locais semelhantes	15
A7	Limitações ao uso	Existência de obstáculos ao uso científico	10

Fonte: Brilha (2016)

**Quadro 3** - Critérios de Quantificação do Risco de Degradação (RD)

Critérios			Pesos (%)
B1	Deterioração de elementos geológicos	Possibilidade de degradação natural ou antrópica dos elementos geológicos	35
B2	Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação	Proximidade de áreas de mineração, industriais, recreacionais etc.	20
B3	Proteção legal	Enquadramento do sítio na legislação e controle de acesso	20
B4	Acessibilidade	Facilidade de acesso	15
B5	Densidade populacional	Densidade populacional nos arredores	10

Fonte: Brilha (2016)

**Quadro 4** - Critérios de Quantificação dos Potenciais de Uso Educativo e Turístico (PUE/PUT)

Critérios			Pesos (%)	
			PUE	PUT
C1	Vulnerabilidade	Presença de elementos que possam ser degradados com a visitação	10	10
C2	Acessibilidade	Facilidade de acesso	10	10
C3	Limitações ao uso	Existência de obstáculos que prejudiquem a visitação	5	5
C4	Segurança	Condições de risco para visitantes	10	10
C5	Logística	Existência de estrutura como sanitários, alimentação, acomodação etc.	5	5
C6	Densidade populacional	Densidade populacional no entorno do sítio	5	5
C7	Associação com outros valores	Existência de outros valores naturais ou culturais	5	5
C8	Beleza cênica	Beleza dos elementos geológicos	5	15
C9	Singularidade	Existência de locais semelhantes	5	10
C10	Condições de observação	Integridade dos elementos geológicos	10	5
C11	Potencial didático	Ocorrência de elementos ou processos geológicos ensinados nas escolas	20	
C12	Diversidade geológica	Quantidade de elementos geológicos representados	10	
C13	Potencial para divulgação	Ocorrência de elementos ou processos geológicos evidentes e perceptíveis		10
C14	Nível econômico	Renda média <i>per capita</i> nas proximidades		5
C15	Proximidade de zonas recreativas	Existência de atrações turísticas nas proximidades		5

Fonte: Brilha (2016)

### 3.2.1 Análise da quantificação

A análise da quantificação teve como objetivo organizar os dados gerados para simplificar seu uso no planejamento e gestão do geopatrimônio. Além disso, este

procedimento visa facilitar um exame crítico quanto aos resultados gerados. A análise foi subdividido em três etapas: classificação quanto a valores, quanto a relevância e uso, e quanto à prioridade de proteção.

Inicialmente, os valores finais da quantificação (0-400) foram classificados nas classe Baixo, Médio e Alto, segundo os critérios apresentados no Quadro 5. Para representar as classes, foi utilizado o sistema de cores semafóricas, de forma que a cor verde representa a classe de maior valor para o geopatrimônio, enquanto a cor vermelha indica valores associados à menor relevância ou à maior risco.

**Quadro 5** - Critérios de classificação dos valores obtidos no processo de quantificação

	Sítios de Interesse Geológico		
	Resultado da Quantificação		
	0 - 200	201 - 300	301 - 400
Valor Científico (VC)	Baixo	Médio	Alto
Potencial de Uso Educativo (PUE)	Baixo	Médio	Alto
Potencial de Uso Turístico (PUT)	Baixo	Médio	Alto
Risco de Degradação (VC)	Baixo	Médio	Alto

Fonte: Modificado da plataforma Geossit (CPRM, 2018)

Na segunda etapa de análise, os sítios de interesse geológico foram reclassificados segundo critérios de uso e relevância. O Quadro 6 apresenta as três classificações adotadas, suas respectivas classes e o código de cores utilizado para representar cada classe.

**Quadro 6** - Classificação dos valores de VC, RD, PUE e PUT

Tipo	Sítios de Interesse Geológico								
	Geossítios		Sítios da Geodiversidade						
Uso	Científico		Educativo			Turístico			
Abrangência	Internacional	Nacional	Nacional	Regional	Local	Nacional	Regional	Local	

Fonte: Modificado da plataforma Geossit (CPRM, 2018)

A Figura 8 apresenta os critérios utilizados na classificação do tipo e abrangência da relevância dos sítios de interesse geológico. Esta classificação também se baseia na utilizada pelo Serviço Geológico do Brasil na plataforma Geossit (CPRM, 2019), adaptada para subdividir a classe relevância regional/local em duas.

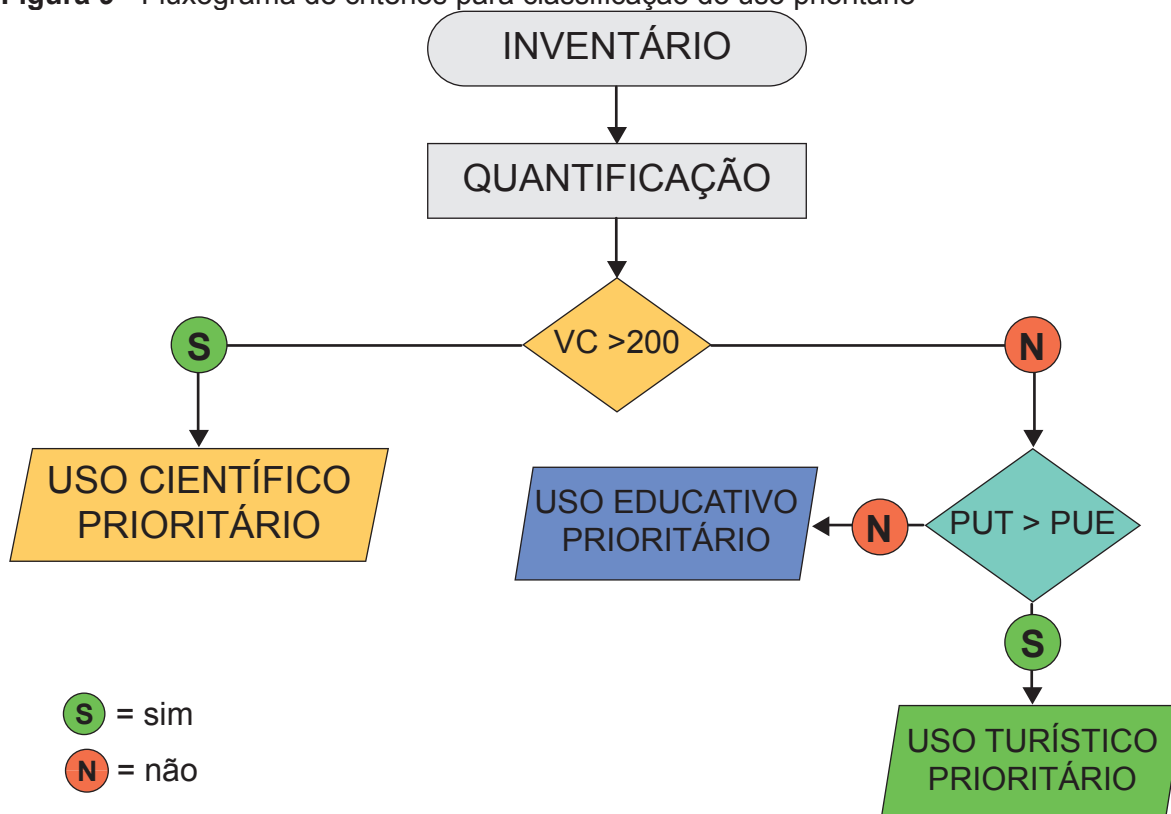
A Figura 9 apresenta os critérios utilizados na classificação do uso potencial prioritário dos sítios, que indica o tipo de atividade indicada para cada sítio. Essa classificação não exclui a possibilidade de outros usos, desde que o estado de conservação e o uso prioritário do sítio não sejam prejudicados.

**Figura 8** - Fluxograma de critérios para classificação do tipo e abrangência da relevância dos sítios de interesse geológico



Fonte: Modificado da plataforma Geossit (CPRM, 2018)

**Figura 9** - Fluxograma de critérios para classificação do uso prioritário



Fonte: Elaborado pelo autor

A terceira e última etapa de análise consiste na classificação dos sítios inventariados quanto à prioridade de proteção do geopatrimônio. Este índice é um dos principais resultados obtidos a partir da quantificação, podendo ser aplicado no subsídio às estratégias de proteção, conservação, valorização, promoção e monitoramento a serem aplicadas aos sítios de interesse geológico.

García-Cortés e Urquí (2013) propõem um método de cálculo da prioridade de proteção, fundamentado na soma do Risco de Degradação com o quadrado da soma dos valores científico, educativo e turístico. Apesar de amplamente utilizado, Moura, Garcia e Brilha (2018) reconheceram limitações deste método, ao observar que há uma distorção dos resultados, notadamente na classificação de sítios com baixo VC/PUE/PUT e alto RD como prioritários.

Para contornar este problema é proposto, no presente trabalho, um método que utiliza combinação qualitativa da relevância em função do risco de degradação, sendo definidas quatro classes de prioridade, com base no trabalho de Guimarães et al. (2018), apresentadas no Quadro 7.

A matriz de critérios utilizada para a classificação, foi criada especificamente para aplicação neste trabalho, sendo mostrada no Quadro 8.

Ao término da análise de todos os sítios de interesse geológico, foram gerados gráficos e mapas para cada classificação, sintetizando e espacializando a distribuição dos sítios em cada classe.

**Quadro 7** - Definição das classes de prioridade de proteção

<b>Classe</b>	<b>Definição</b>
<b>Máxima</b>	Moderado estado de conservação. Alto risco de degradação e alta relevância. Prioridade primária para ações de proteção, conservação e monitoramento.
<b>Alta</b>	Moderado estado de conservação. Moderado a alto risco de degradação. Moderada a alta relevância. Prioridade secundária para ações de proteção, conservação e monitoramento.
<b>Programada</b>	Moderado estado de conservação. Moderado risco de degradação. Baixa a moderada relevância. Cronograma de médio prazo para ações de proteção, conservação e monitoramento.
<b>Acompanhamento</b>	Alto estado de conservação. Baixo risco de degradação. Monitoramento para manutenção das condições atuais. Sítios aptos a receber ações de valorização e promoção, desde que o local possua plano de manejo.

Fonte: Adaptado de Guimarães et al. (2018)

**Quadro 8** - Matriz de critérios para a definição de sítios prioritários em ações de proteção

<b>Prioridade para gestão</b>	<b>Classificação de Relevância</b>	<b>Risco de Degradação</b>
<b>Imediato</b>	Geossítio Internacional	<b>Alto</b>
<b>Prioritário</b>	Geossítio Internacional	Médio
	Geossítio Nacional	<b>Alto</b>
	Geossítio Nacional	Médio
	Sítio Geodiversidade Nacional	<b>Alto</b>
	Sítio Geodiversidade Regional	<b>Alto</b>
<b>Programado</b>	Sítio Geodiversidade Nacional	Médio
	Sítio Geodiversidade Regional	Médio
	Sítio Geodiversidade Local	<b>Alto</b>
	Sítio Geodiversidade Local	Médio
<b>Acompanhamento</b>	Geossítio Internacional	Baixo
	Geossítio Nacional	Baixo
	Sítio Geodiversidade Nacional	Baixo
	Sítio Geodiversidade Regional	Baixo
	Sítio Geodiversidade Local	Baixo

Fonte: Elaborado pelo autor

### **3.3 Valorização**

A etapa de valorização incorpora os resultados obtidos nas fases anteriores para a criação de produtos interpretativos.

#### **3.3.1 Materiais interpretativos**

Assim, as informações levantadas sobre geodiversidade e geopatrimônio, na etapa de inventariação, e os indicadores apontados pela análise da quantificação foram utilizadas como base para a elaboração de figuras, mapas, guias e painéis interpretativos.

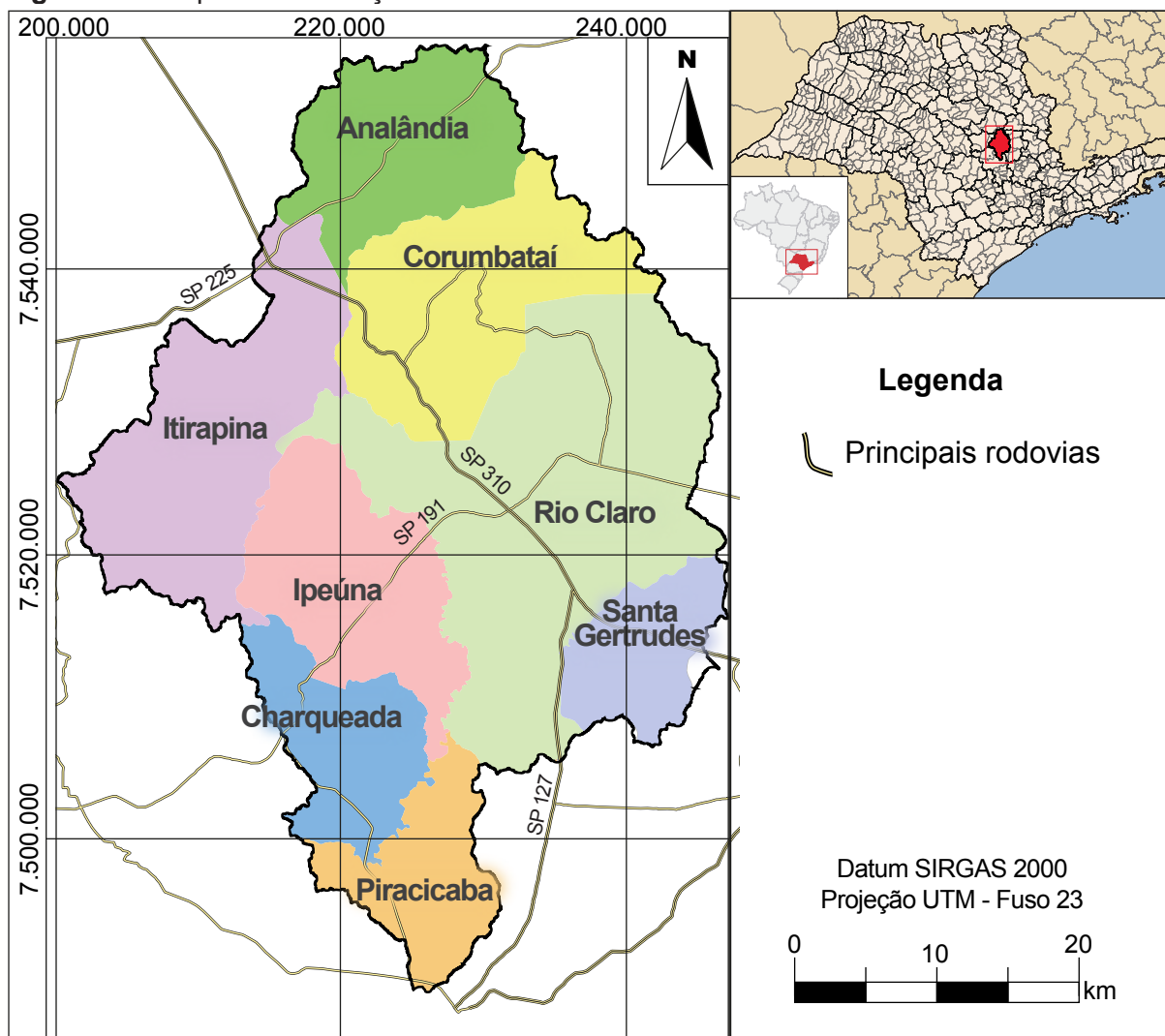
#### **3.3.2 Avaliação**

O material produzido foi utilizado, no decorrer da pesquisa, no acompanhamento monitorado de atividades científicas, educativas e turísticas. O público que participou destas atividades e teve contato com o material interpretativo é composto por alunos do ensino básico, superior, pesquisadores e público em geral. O grau de satisfação com as atividades e materiais propostos foi avaliado por meio de um questionário apresentado no APÊNDICE B.

#### 4 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORUMBATAÍ

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, localizada no centro-leste do estado de São Paulo, abrangendo uma área de 1.710 km<sup>2</sup> entre os municípios de Analândia, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes (Figura 9).

**Figura 10** - Mapa de localização da Bacia do Rio Corumbataí



Fonte: Elaborado pelo autor

##### 4.1 Aspectos Socioeconômicos e Demografia

A área de estudo está situada na porção noroeste da Macrometrópole Paulista (MMP), uma conurbação de centros metropolitanos que abrange 173 municípios e constitui uma das mais populosas aglomerações urbanas do mundo. A MMP concentra cerca de 75% da população e mais de 80% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado

de São Paulo, bem como polos de conhecimento, inovações e a maior infraestrutura de transportes, indústria e serviços do Brasil (EMPLASA, 2018).

A Região Administrativa (RA) de Campinas, na qual a Bacia do Corumbataí está inserida, é a mais extensa, mais rica e a segunda mais populosa região administrativa do estado. A RA de Campinas é suprida por uma extensa malha de transportes, na qual se destacam as rodovias Anhanguera e Bandeirantes, conectando a região da capital paulista ao interior do estado, uma importante ferrovia ligando os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul ao porto de Santos e o Aeroporto Internacional de Viracopos (VCP).

Todos os municípios da Bacia do Corumbataí, com exceção de Itirapina, também estão contidos na Aglomeração Urbana de Piracicaba (AUP), organização que conta com 23 municípios e concentra uma população de cerca de 1,5 milhão de pessoas e 3% do PIB estadual.

A Tabela 1 apresenta os principais dados socioeconômicos das regiões administrativas do estado de São Paulo.

**Tabela 1** - Caracterização da área de estudo nas regiões estaduais paulistas

	Área (km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	População <sup>1</sup>	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	PIB per capita (R\$) <sup>2</sup>
<b>São Paulo</b>	248.219,63	43.993.159	177,23	45.064,93
<b>MMP</b>	53.369,61	33.652.991	630,56	45.719,25
<b>RA Campinas</b>	27.093,40	6.816.097	251,58	52.178,91
<b>AUP</b>	7.367,88	1.428.859	193,93	44.215,25
<b>Bacia do Corumbataí</b>	1.710,00	658.097	384,85	51.790,68

Fonte: IBGE (2018)<sup>1</sup>; IBGE (2015)<sup>2</sup>

## 4.2 Geomorfologia

A área de estudo situa-se na zona de transição entre duas províncias geomorfológicas, a Depressão Periférica (zona do Médio Tietê) e as Cuestas Basálticas (ALMEIDA, 1964; AB'SABER, 1956), conforme mostrado nas figuras 10, 11 e 12.

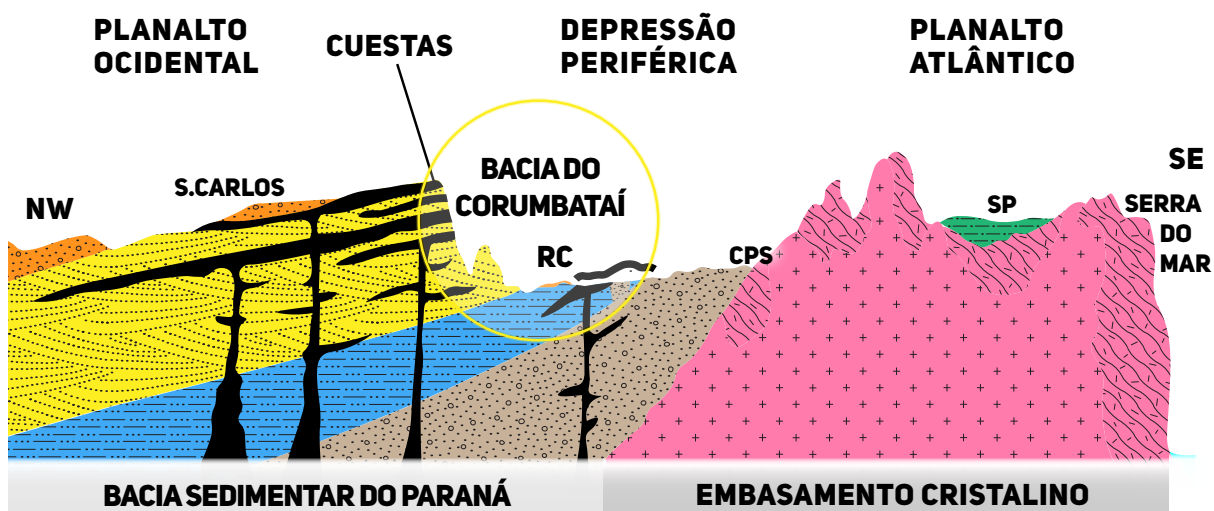
**Figura 11** - Mapa simplificado das províncias geomorfológicas do estado de São Paulo, indicando a localização da Bacia do Corumbataí



Linha reta vermelha: traçado aproximado da seção da Figura 12.

Fonte: Adaptado de Almeida (1964)

**Figura 12** - Seção esquemática do estado de São Paulo, com destaque para a região da Bacia do Corumbataí



Fonte: Adaptado de Ab'Saber (1956)

**Figura 13** - Turistas observam o relevo característico da transição entre as províncias geomorfológicas Depressão Periférica e Cuestas Basálticas



Visada para S.

Fonte: Acervo pessoal

A Depressão Periférica possui relevo predominantemente ondulado, representado por colinas amplas, morrotes alongados e espigões, com altitudes oscilando entre 550 m e 650 m (ALMEIDA, 1964). O relevo de Cuestas Basálticas é caracterizado por escarpas de paredes verticais, de traçado retilíneo e por morros testemunhos, isolados, de topo plano (PENTEADO, 1976), tal como observado na Figura 14.

**Figura 14** - Relevo característico da região de Cuestas Basálticas



Visada para NE. Linha branca: Superfície de Cimeira.

Fonte: Acervo pessoal

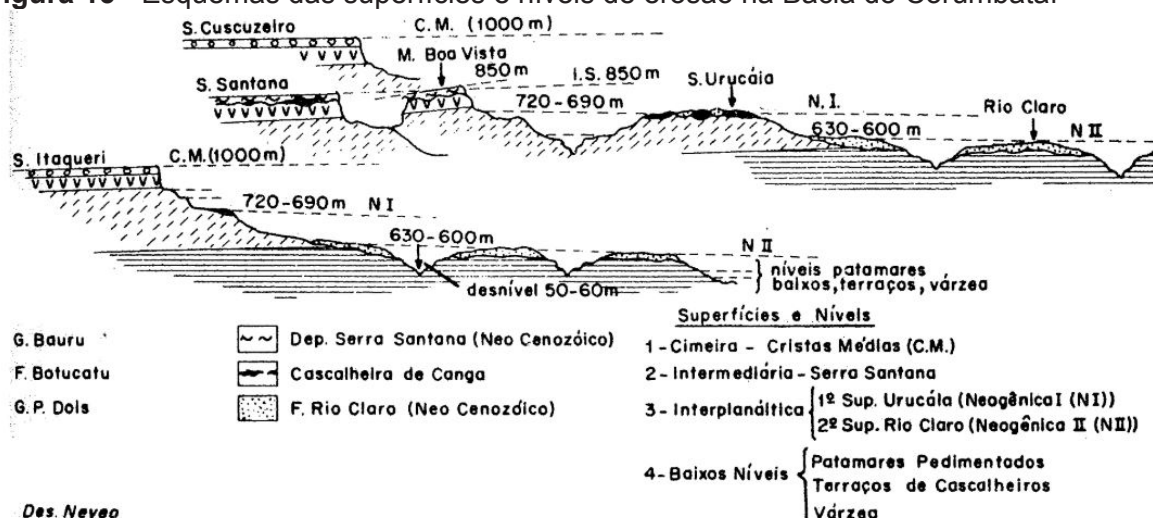
Localmente, o relevo da Bacia do Corumbataí apresenta algumas particularidades segundo Penteado (1976), que definiu quatro superfícies de erosão na região (Figura 15):

- a) Superfície de Cimeira (C.M.): ocorre nos limites norte, noroeste e oeste da

Bacia do Corumbataí, nivelada entre 950 m e 1.000 m, maiores cotas da região. Está associada a diversos morros testemunhos (Bizigueli, Guarita, Morro Grande, entre outros) e às escarpas da Serra do Itaqueri (Figura 16) e da Serra do Cuscuzzeiro, divisoras de águas da Bacia do Corumbataí e da Bacia Tietê-Jacaré, onde surgem as nascentes dos principais rios da bacia.

- b) Superfície Intermediária: exposta entre a Superfície de Cimeira e as Superfícies Interplanálticas, entre as cotas 800-850 m. Está associada à Serra de Santana e a morros testemunhos, como o Boa Vista (Figura 17) e morros que configuram o divisor de águas entre a Bacia do Corumbataí e a Bacia do Mogi-Guaçu, como o Morro Mata Negra e Morro Azul, onde surgem as principais nascentes da sub-bacia do Ribeirão Claro, que será apresentada no Item 4.3.
- c) Superfície Interplanáltica: compreende os subníveis Superfície Urucáia e Rio Claro, localizados no centro da Bacia do Corumbataí, entre as cotas 600-720 m. Corresponde aos interflúvios tabuliformes que dividem as principais drenagens das sub-bacias dos rios Passa-Cinco e Cabeça, e Ribeirão Claro.
- d) Superfície de Baixos Níveis: dividida nos subníveis Patamares de Pedimentos, Terraços de Cascalheiras e Várzeas. Ocorre nas vertentes dos interflúvios, formando patamares escalonados em direção aos vales principais, entre as cotas 600-650 m nas regiões de topo e 540-600 m nos vales.

**Figura 15** - Esquemas das superfícies e níveis de erosão na Bacia do Corumbataí



Fonte: Penteado (1976)

**Figura 16** - Vista do geossítio “Mirante da Serra do Fazendão”, na Serra de Itaqueri



Visada para N. Linha branca: Superfície de Cimeira. Linha vermelha: Superfície Intermediária. Linha amarela: Superfície de Urucáia. A: Morro do Baú (Itirapina). B: Morro Pelado (Itirapina). C: Morro do Bizigueli (Itirapina/Ipeúna). D: Morro da Guarita (Ipeúna).

Fonte: Acervo pessoal

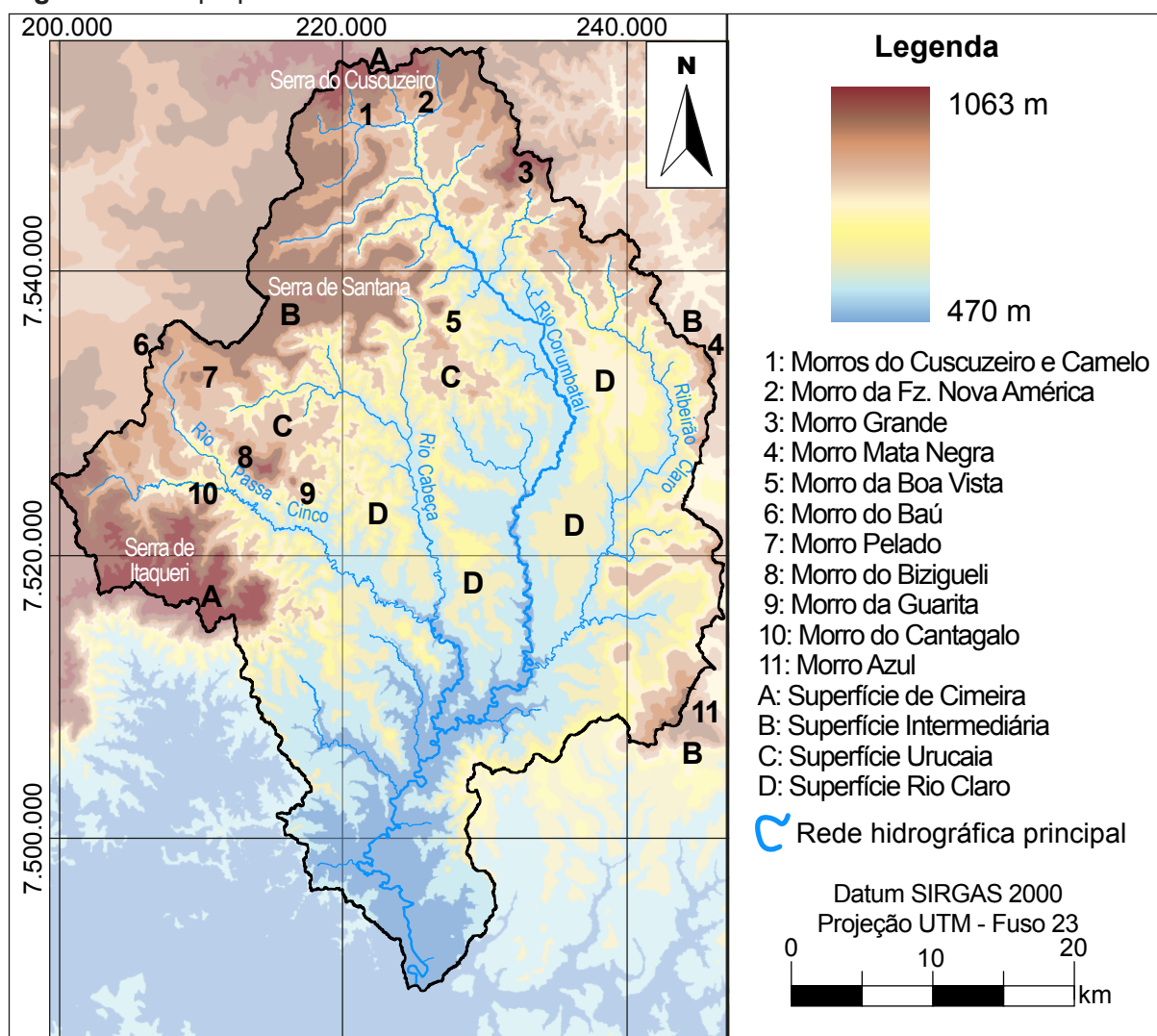
**Figura 17** - Alunos a vista a partir de mirante na Serra de Santana



Visada para E. Linha branca: Superfície Intermediária. Círculos brancos: Blocos de diabásio associados à soleira de diabásio.

Fonte: Acervo pessoal

O mapa da Figura 17 apresenta os informações altimétricas, hidrográficas e formas do relevo da Bacia do Corumbataí.

**Figura 18** - Mapa planialtimétrico da Bacia do Rio Corumbataí

Fonte: Adaptado de IBGE (1971) e Penteadó (1976)

### 4.3 Hidrografia e Recursos Hídricos

A Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí é uma sub-bacia da margem direita do Rio Piracicaba, afluente do Rio Tietê (Figura 19).

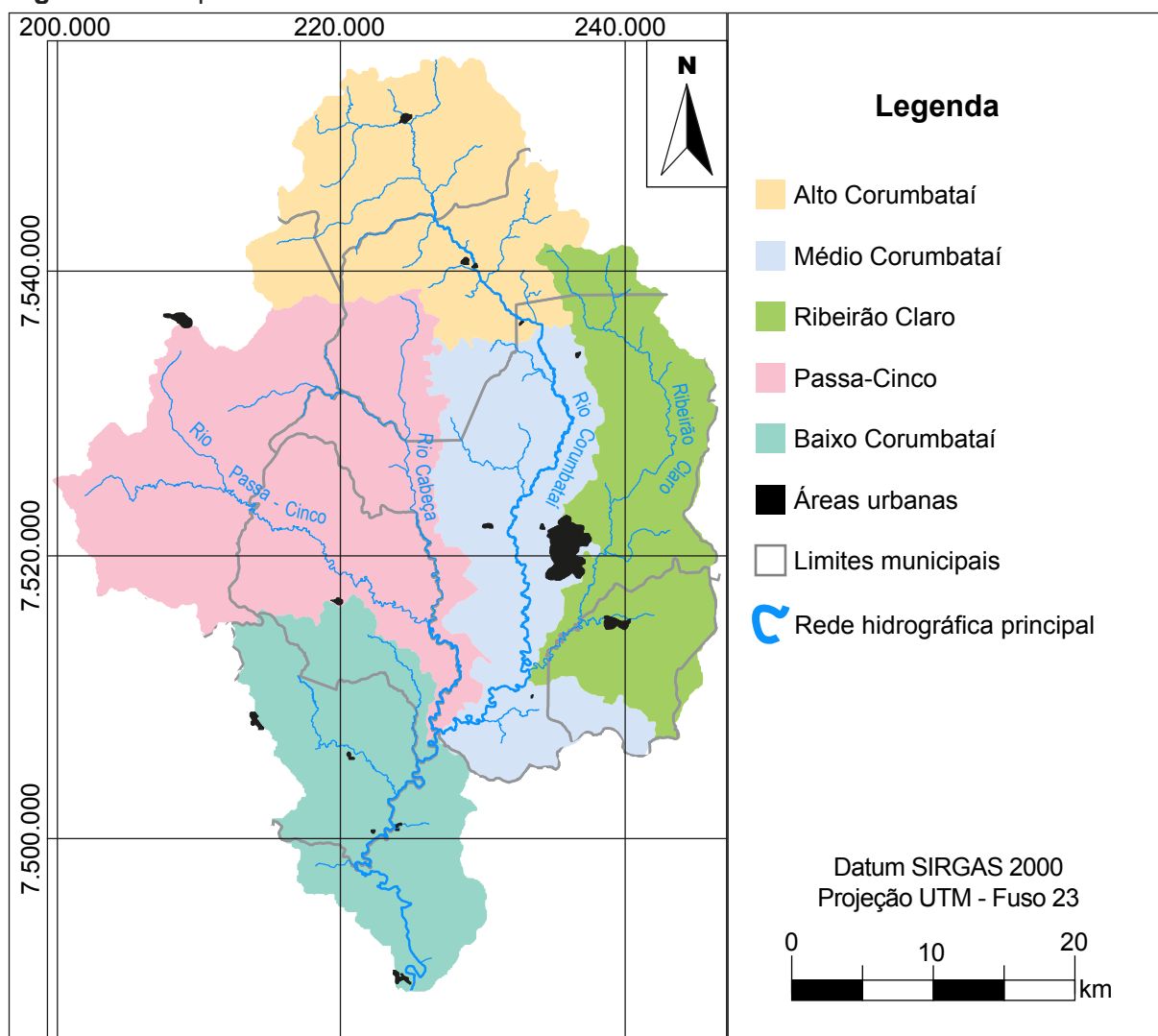
A Bacia do Corumbataí abrange cerca de 1.700 km<sup>2</sup> de área e 300 km de perímetro, com 65 km de extensão norte-sul e 25 km leste-oeste. É dividida em cinco sub-bacias e possui quatro rios principais: Corumbataí, Passa-Cinco, Cabeça e Ribeirão Claro (Figura 20).

**Figura 19** - Localização da Bacia do Rio Corumbataí no estado de São Paulo



Fonte: Garcia, Antonello e Magalhães (2006)

**Figura 20** - Mapa das sub-bacias da Bacia do Rio Corumbataí

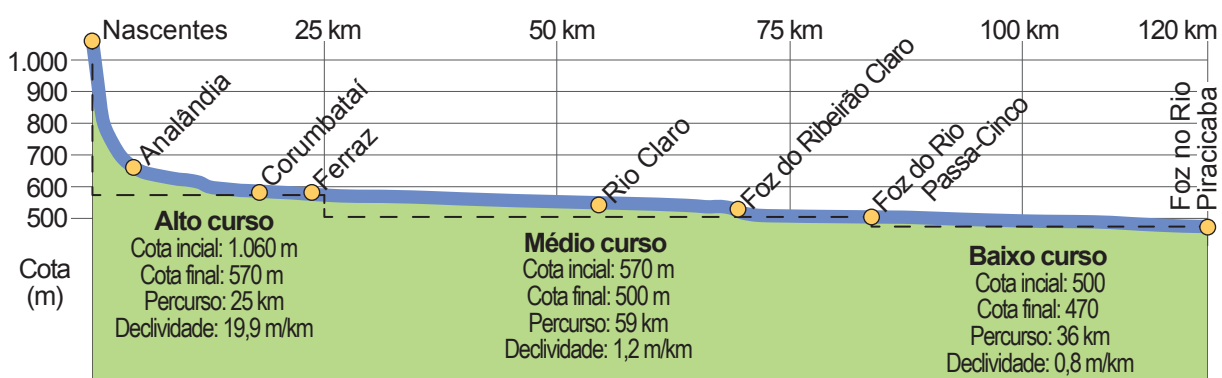


Fonte: Adaptado de IBGE (1971)

O Rio Corumbataí percorre cerca de 120 km, com desnível de 590 metros desde a nascente (Serra do Cuscuzeiro, 1.060 m) até a desembocadura (Rio Piracicaba, 470 m). As maiores declividades, que podem chegar a 23%, ocorrem próximas às nascentes. A declividade média do curso do rio é de 1,7% (Figura 21).

A rede de drenagem da Bacia do Corumbataí tem o traçado frequentemente condicionado à tectônica de falhamento pós-cretácea que afetou a região. O curso dos principais rios da bacia estão frequentemente associados a fraturas lineares em soleiras de diabásio (SOARES, 1974). Regionalmente, a rede de drenagem segue as orientações principais E-W (rios Piracicaba e Tietê), N-S (Rio Cabeça e Rio Corumbataí) e NW-SE (Rio Passa Cinco).

**Figura 21** - Seção topográfica do Rio Corumbataí



Fonte: Elaborado pelo autor

Parte da zona de cabeceira da bacia é abrangida pela Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí - Botucatu -Tejupá (Perímetro Corumbataí), criada em 1983 e pela APA Piracicaba, Juqueri-Mirim (Área I), criada em 1991. Apesar das diversas pesquisas realizadas na região das APAs, até o presente momento, não houve publicação dos Planos de Manejo. Assim, os regramentos legais para as áreas das APAs não diferem do restante da bacia.

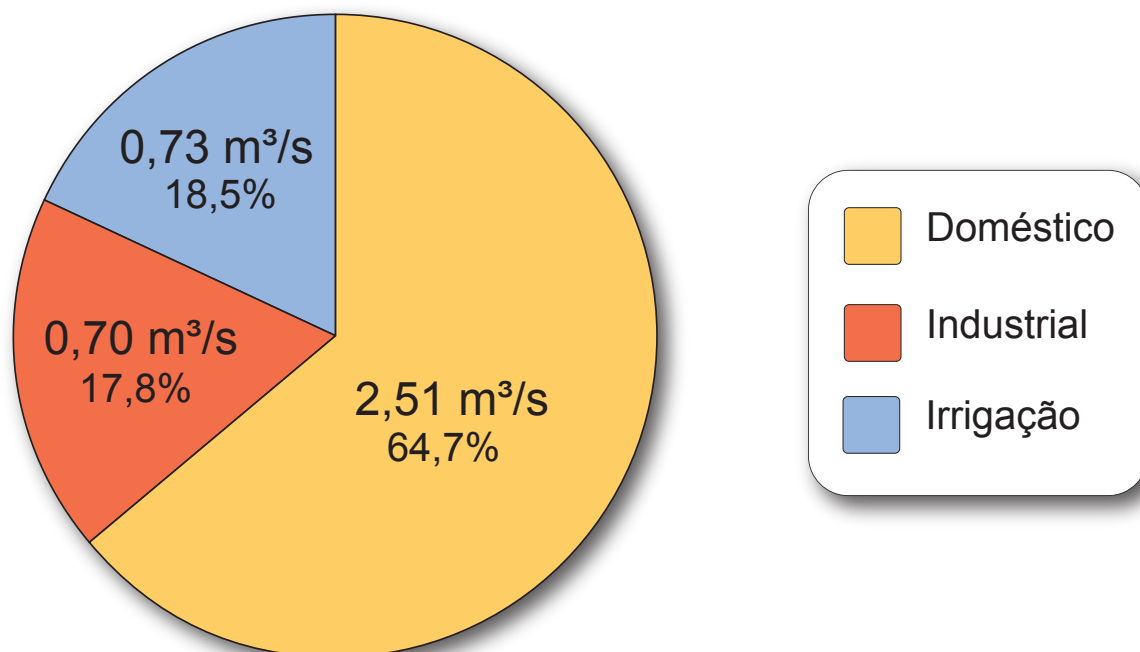
A Bacia do Rio Corumbataí está incluída na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI 5-PCJ). Segundo o IBGE (2018), cerca de 600 mil pessoas na região são abastecidas pelas águas da Bacia do Rio Corumbataí, principalmente nos município de Rio Claro e Piracicaba.

A Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (ABH-PCJ, 2012) identificou que a demanda de água da bacia era de 3,9 m³/s, enquanto a vazão ecológica, ou seja, a vazão mínima necessária para garantir o equilíbrio natural e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos, era de 4,65 m³/s. Dados do IPEF (2002) apontavam um valor médio de 10,85 m³/s para a vazão mínima na foz da Bacia do Corumbataí no mês de agosto, o de maior estiagem, e vazão máxima de 44,60 m³/s, em fevereiro.

Em relação à distribuição de água pelos órgãos municipais, o principal uso da

água captada é o doméstico, seguido pelos usos na agricultura e na indústria (Gráfico 1).

**Gráfico 1** - Principais demandas consuntivas da água na Bacia do Rio Corumbataí



Fonte: ABH-PCJ (2012)

Apesar da crescente demanda, a vazão do Rio Corumbataí ainda se encontra dentro dos parâmetros considerados aceitáveis. Entretanto, é necessário adotar cautela, para que o uso das águas da Bacia do Corumbataí seja realizado de forma a garantir a sustentabilidade dos sistemas naturais e de abastecimento público para o futuro. As ameaças que colocam em risco a qualidade ambiental do Rio Corumbataí são, principalmente, a diminuição da vazão, o aumento do consumo e o aumento da turbidez da água (IPEF, 2002; RIBEIRO, 2006).

#### 4.4 Clima

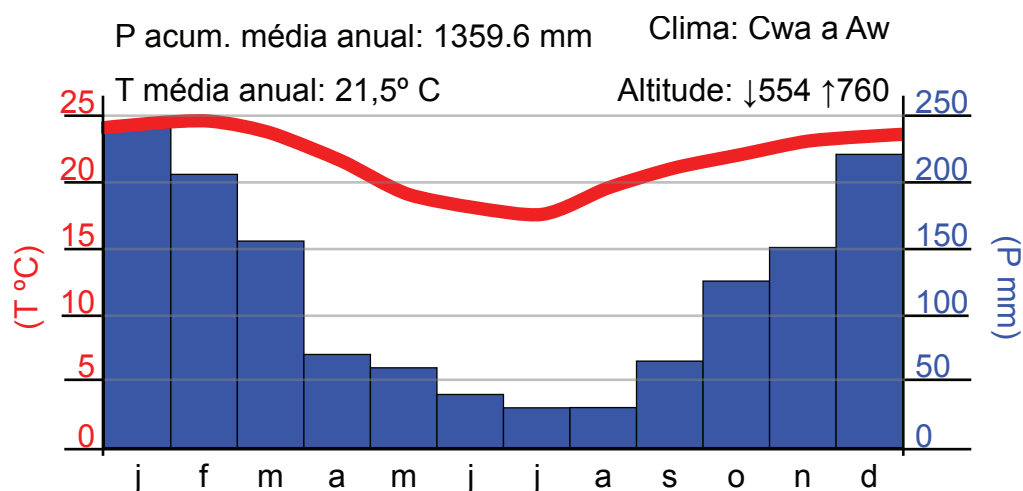
O clima da região centro-leste do estado de São Paulo é classificado como Cwa, de acordo com classificação climática de Köppen. Conhecido como clima tropical de altitude, caracteriza-se por chuvas no verão e seca no inverno, e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C (CEPAGRI/UNICAMP 2012).

Na região da Bacia do Rio Corumbataí, os meses chuvosos são de outubro a abril, e a estiagem ocorre entre maio e setembro (Gráfico 2). A precipitação e temperatura médias anuais são, respectivamente, 1359,6 mm e 21,5°C (CEPAGRI, 2018).

De acordo com CEAPLA (2015), a intensidade das chuvas de verão coincide com

o término da atividade agrícola. Como os campos estão desprotegidos de cobertura vegetal, ocorre intenso desgaste do solo e assoreamento dos cursos d'água.

**Gráfico 2** - Climograma dos municípios que compõem a Bacia do Rio Corumbataí



Fonte: Adaptado de CEPAGRI (2018), com dados da série histórica 1961 - 1990

#### 4.5 Geologia Regional

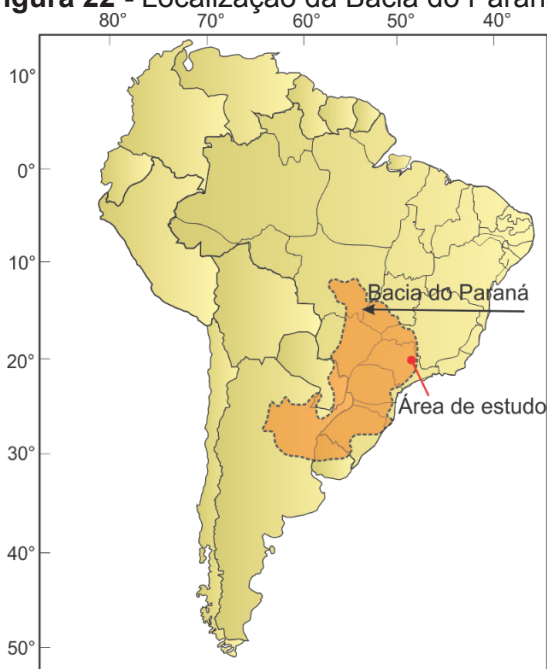
A área de estudo está, geologicamente, situada na borda leste da Bacia do Paraná, uma extensa região sedimentar no centro-leste do continente sul-americano (Figura 22).

A Bacia do Paraná possui cerca de 1.700.000 km<sup>2</sup> de área e espessuras máximas da ordem de 7.000 m, dos quais aproximadamente 1.100.000 km<sup>2</sup> ocupam o território brasileiro, abrangendo os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, tendo sido formada por sucessivos ciclos de erosão e deposição de sedimentos e por eventos de intrusões e derrames vulcânicos, estendendo-se do Siluriano ao Cretáceo (MILANI et al., 1998; MILANI et al., 2007).

Devido à variabilidade regional da Bacia do Paraná ao longo de sua extensão, a sucessão estratigráfica no estado de São Paulo é representada por uma coluna própria, que ilustra a geologia regional da área de estudo (Figura 22).

A Bacia do Corumbataí apresenta a particularidade de concentrar em sua área um registro abrangente das unidades litoestratigráficas da Bacia do Paraná que ocorrem em âmbito estadual (Figura 23).

Figura 22 - Localização da Bacia do Paraná

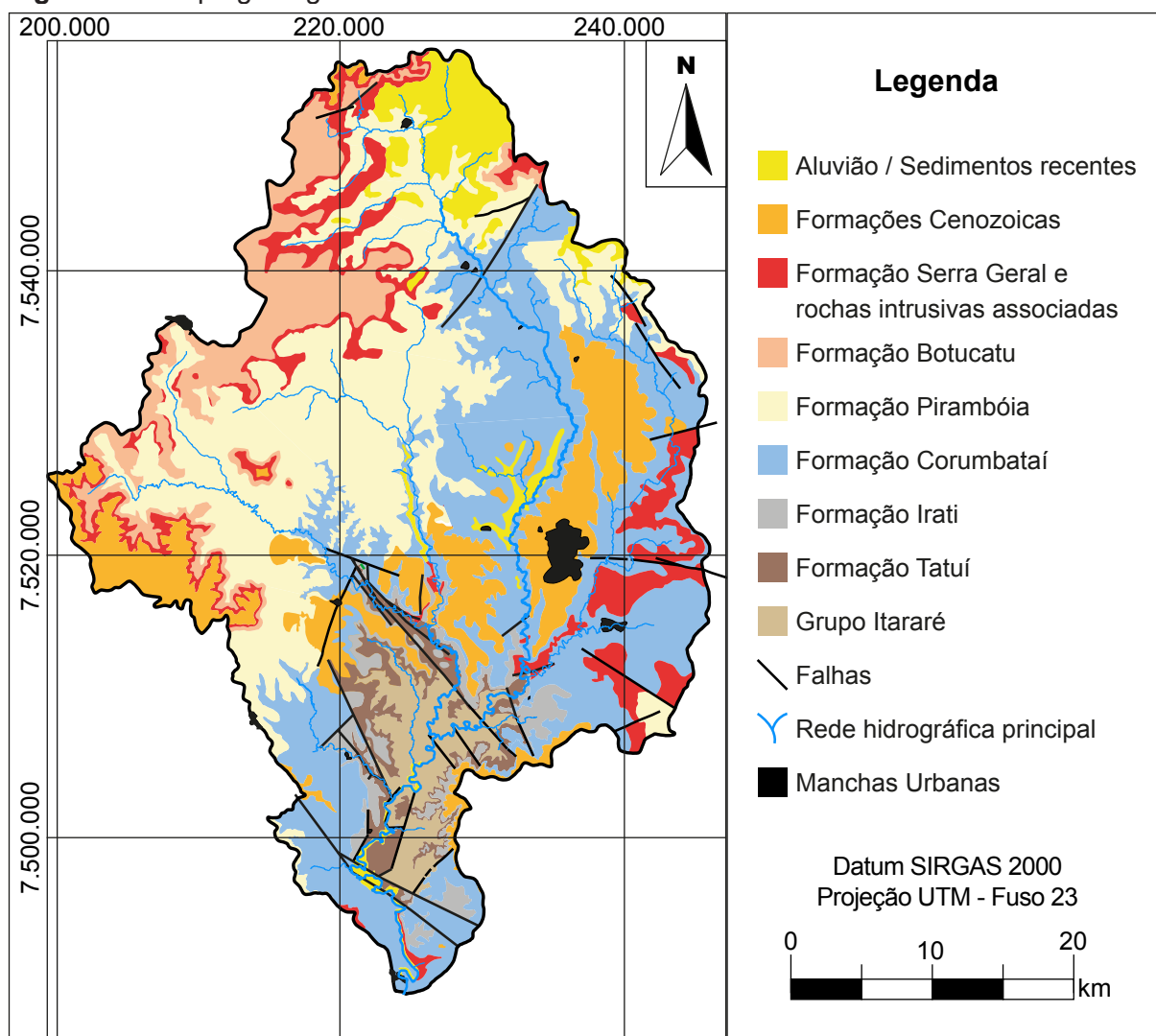


Fonte: Adaptado de Schneider et al. (1974)

Figura 23 - Estratigrafia da região da Bacia do Corumbataí

ERA	PERÍODOS	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	Espes. Aprox. (metros)	DESCRIÇÃO SUCINTA	AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO
CENOZÓICA	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 lacustre. Coluviões
	TERCIÁRIO		ITAQUERI		100	arenitos conglomeráticos e arenitos silicificados / ferricretes	Continental: Leques aluviais, Fluvial e lacustre
MESOZÓICA	CRETÁCEO	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)	Magmatismo Fissural
	JURÁSSICO		BOTUCATU		100	arenitos bem selecionados com grãos bem arredondados e bem esféricos, pouca argila	Continental: Desértico
	TRIÁSSICO		PIRAMBÓIA		150	arenitos com grãos arredondados e esféricos. Diversos níveis de lamitas	Continental: Fluvial e Desértico
PALEOZÓICA	PERMIANO	PASSA DOIS	CORUMBATAÍ		100	siltitos contendo lentes de arenitos finos argilitos, siltitos, arenitos finos, níveis de calcários dolomíticos e coquinas (Argilitos = matéria-prima para a indústria cerâmica da região de Rio Claro)	Continental: Lacustre Transicional: Planície de Maré
			IRATI		40	folhelhos, siltitos, folhelhos pirobetuminosos, calcários dolomíticos (pedreiras de calcário na região de Assistência, Ipeúna e Piracicaba/Saltinho)	Transicional: Laguna Marinho Raso: Plataforma
		ITARARÉ	TATUÍ		50	siltitos e siltitos arenosos	Transicional: Planície Costeira Marinho Raso: Plataforma
			Grupo ITARARÉ (indiviso no Estado de São Paulo)		900	arenitos, siltitos, varvitos e diamictitos (alguns verdadeiros tilitos) (Arenitos = reservatórios de água subterrânea em poços profundos da região)	Continental (Glacial): Aluvial - Leques e Fluvial; Lacustre Transicional: Deltas Marinho (glácio-marinho): Plataformal
Pré-Cambriano		EMBASAMENTO			granitos, migmatitos, gnaisses, xistos, quartzitos		

Fonte: Adaptado de Zaine e Perinotto (1996)

**Figura 24** - Mapa geológico da Bacia do Rio Corumbataí

Fonte: Adaptado de CPRM (1986), Souza (1997) e Zaine (1994) apud CEAPLA

A geologia da área de estudo representa uma grande variedade de condições deposicionais sucedendo-se no tempo e evoluindo desde um contexto neocarbonífero de sedimentação, com marcada influência glacial, até um ambiente continental, já no início da Era Mesozoica (MILANI et al., 2007).

As rochas mais antigas da bacia estão concentradas na região da Depressão Periférica. A tectônica de falhamentos, em especial a existência de um Alto Estrutural, conhecido localmente como Domo de Pitanga, condicionou o afloramento de uma extensa zona de rochas do Grupo Itararé (Permocarbonífero), e das Formações Tatuí e Irati (Permiano).

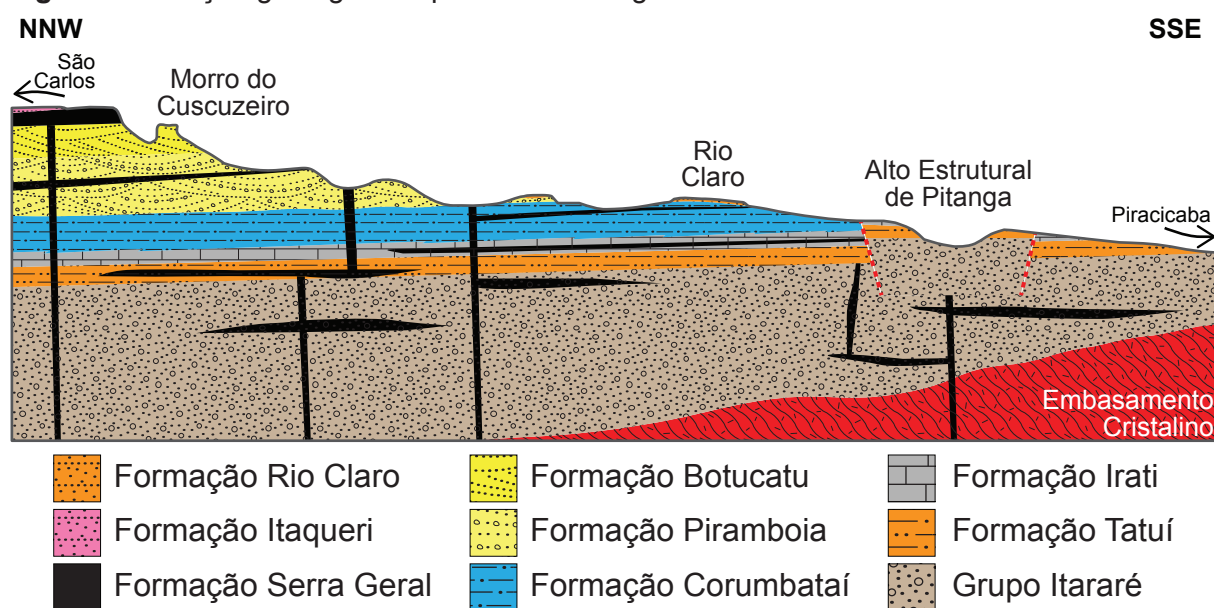
Mesmo com estas grandes estruturas tectônicas, que quebram a monotonia litológica, a Depressão Periférica é dominada por afloramentos de pelitos da Formação Corumbataí (Permiano), sobrepostos por arenitos da Formação Piramboia (Triássico), na medida em que se aproximam da região de cuestas.

Os arenitos eólicos da Formação Botucatu (Jurássico), com suas exuberantes estratificações cruzadas, afloram em faixas contínuas ao longo das escarpas de cuestas. Acima dos arenitos ocorrem basaltos da Formação Serra Geral (Cretáceo), originados dos derrames relacionados ao magmatismo fissural que culminou na ruptura e separação do paleocontinente Gondwana. Estas rochas extrusivas, junto com as intrusivas (diabásio), na forma de diques e soleiras, possuem grande resistência mecânica, com papel de destaque na modelagem do relevo.

As rochas cenozoicas, predominantemente arenosas, ocorrem tanto na região do Planalto Ocidental, representadas pela Formação Itaqueri, depositada sobre os derrames basálticos, quanto na Depressão Periférica, inseridas na Formação Rio Claro.

A relação entre as rochas da Bacia Sedimentar do Paraná e o relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí é apresentada na Figura 24.

**Figura 25** - Seção geológica esquemática da região da Bacia do Corumbataí

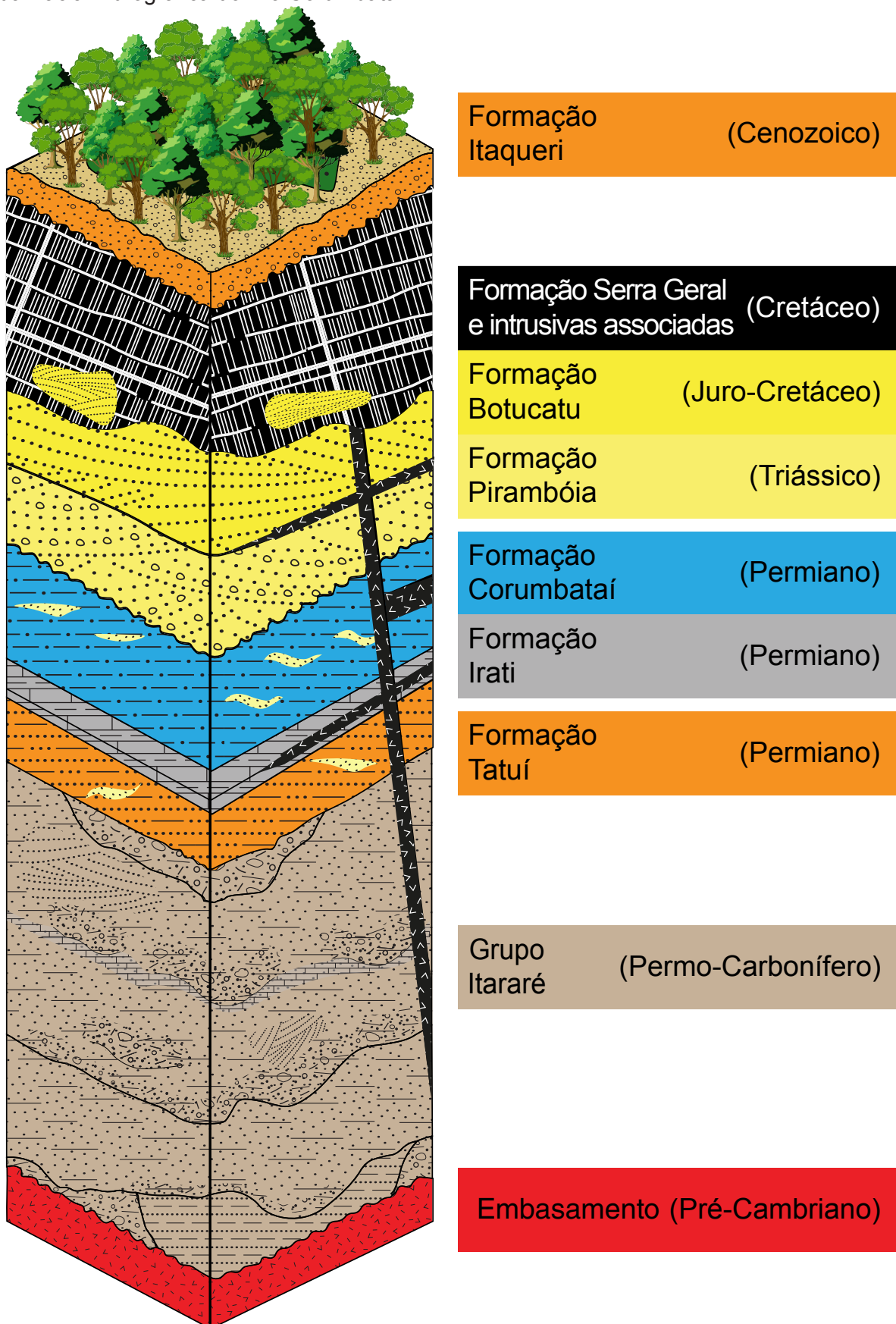


Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 25 ilustra uma coluna esquemática da Bacia Sedimentar do Paraná na região da Bacia Hidrográfica do Corumbataí.

O Quadro 11 apresenta uma síntese do conhecimento geológico acerca das unidades litoestratigráficas que afloram na região da Bacia do Corumbataí. Constam também dados sobre o conteúdo paleontológico, além de inferências paleoambientais para as unidades da Bacia Sedimentar do Paraná e das unidades cenozoicas.

**Figura 26** - Coluna esquemática da estratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná na região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí



Fonte: Adaptado de Zaine e Perinotto (1996)

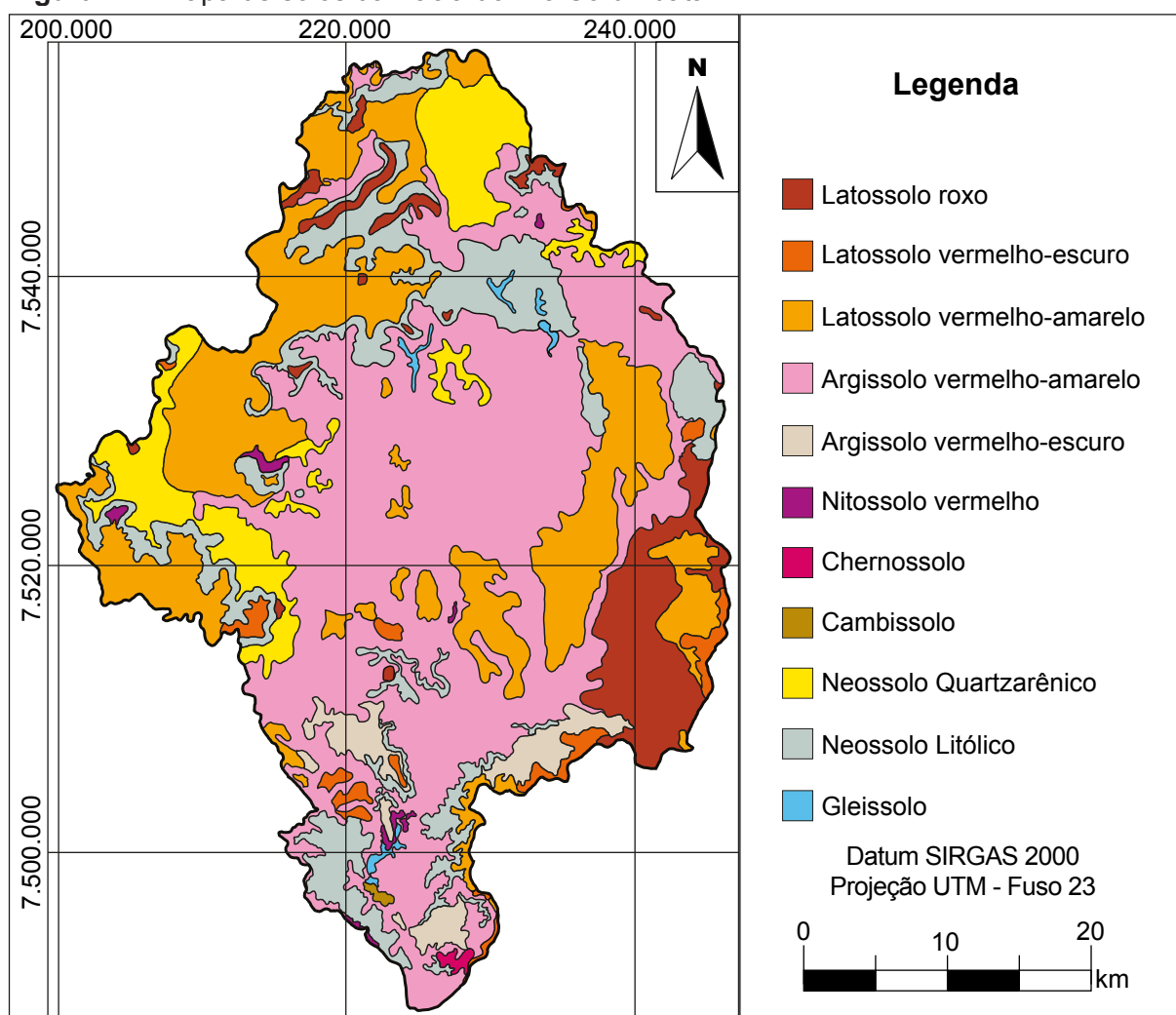
Quadro 11 - Síntese das características das Unidades Litoestratigráficas

	Grupo Itararé	Formação Tatuí	Formação Irati	Formação Corumbataí	Formação Piramboia	Formação Botucatu	Formação Serra Geral	Formação Itaqueri	Formação Rio Claro
<b>Idade</b>	Neocarbonífero a Eopermiano	Eopermiano	Eopermiano	Neopermiano	Triássico	Jurássico	Cretáceo	Paleoceno	Eoceno
<b>Contato Inferior</b>	Não conformidade	Concordante transicional	Discordante erosivo	Concordante abrupto	Discordante erosivo	Discordante	Não conformidade	Discordante / Não conformidade	Discordante erosivo
<b>Litotipos Predominantes</b>	Arenito muito fino a conglomerático, siltito, argilito	Siltito, arenito fino, argilito, conglomerado, calcário, sílex	Folhelho, calcário, sílex	Siltito, argilito, arenito fino, calcário, sílex	Arenito muito fino a médio, arenito siltico-argiloso, arenito conglomerático	Arenito fino a médio bimodal, arenito argiloso	Basalto, associadamente diabásio em diques e soleiras	Arenito, conglomerado, crostas ferruginosas	Arenito, arenito conglomerático, argilito
<b>Estruturas</b>	Estratificação plano-paralela / rítmica, estratificação cruzada, marcas onduladas	Estratificação plano paralela, cruzada acanalada / hummocky, bioturbação	Estratificação plano paralela / rítmica	Estratificação plano paralela, laminação cruzada / flaser, marcas onduladas, fraturamento conchoidal, diques clásticos, gretas de contração, estromatólitos, bioturbação	Estratificação plano paralela, estratificação cruzada planar / acanalada	Estratificação plano paralela, estratificação cruzada tangencial / acanalada	Disjunção colunar, amígdalas	Estratificação plano paralela, estratificação cruzada	Estratificação plano paralela, estratificação cruzada
<b>Paleontologia</b>	Palinórfos Plantae: flora pré- <i>Glossopteris</i> e <i>Glossopteris</i> Animalia: moluscos (gastropodes, bivalves), braquiópodes, artrópodes, peixes e prováveis anfíbios	Animalia: artrópodes (crustáceos, eurípteros, insetos), vertebrados (peixes)	Plantae: flora <i>Dadoxylon</i> , gimnospermas (flora <i>Glossopteris</i> , coníferas) Animalia: vertebrados (mesossaurídeos, peixes), artrópodes (crustáceos)	Estromatólitos Plantae: licófitas, gimnospermas Animalia: poríferos, moluscos bivalves, artrópodes (crustáceos) conchostráceos, ostracodes, peixes, anfíbios	Animalia: conchostráceos, ostracodes	Animalia: dinossauros bípedes, mamíferos, aracnídeos, artrópodes	N/A	Animalia: gastrópodes, moluscos bivalves, ostracodes, conchostráceos, artrópodes (crustáceos), répteis	Plantae: angiospermas ( <i>Nymphaeaceae</i> , <i>Potamogetonaceae</i> e <i>Alismataceae</i> ), algas verdes, pteridófitas
<b>Paleoambientes</b>	Marinho: plataformar, glacial Transicional: deltaico, glacial Continental: fluvial, glacial	Transicional: leques aluviais costeiros, correntes de maré Marinho: plataformar de águas rasas e calmas e condições oxidantes	Marinho: mar intracontinental	Marinho: mar intracontinental	Continental: fluvial, leques aluviais	Continental: eólico, fluvial	Magmatismo fissural	Continental: planície aluvial e lacustre, coluviões	Continental: leques aluviais, fluvial, lacustre
<b>Área</b>	67 km <sup>2</sup> (4%)	57 km <sup>2</sup> (3%)	47 km <sup>2</sup> (3%)	491 km <sup>2</sup> (29%)	448 km <sup>2</sup> (26%)	139 km <sup>2</sup> (8%)	154 km <sup>2</sup> (9%)	51 km <sup>2</sup> (3%)	169 km <sup>2</sup> (10%)
<b>Espessura</b>	900 m	50 m	40 m	100 m	150 m	100 m	100 m	100 m	30 m
<b>Referências</b>	Soares (1972), Daemon e Quadros (1970), Petri e Souza (1993), Mezzalira et al. (2006), Holz et al. (2010)	Soares (1972), Schneider et al. (1974), Fulfaro et al. (1984), Stevaux et al. (1986), Chahud, (2011), Bernardes-de-Oliveira et al. (2016)	Barbosa e Gomes (1958), Daemon e Quadros (1970), Amaral (1971), Gama Jr. et al. (1982), Simões e Fittipaldi (1992), Hachiro (1996), Assine, Zacharias e Perinotto (2003), Mezzalira et al. (2006)	Gama Jr. (1979), Rohn e Lavina (1993), Mezzalira et al. (2006)	Soares (1973), Schneider et al. (1974), Caetano-Chang (1997), Mezzalira et al. (2006), Geisicki (2007)	Soares (1973), Mezzalira et al. (2006), Geisicki (2007), Fernandes e Carvalho (2008)	Almeida (1986), Mantovani et al. (200), Ruiz (2001), Ruiz (2012)	Mezzalira et al. (2006)	Björnberg et al. (1964), Fulfaro e Suguio (1968), Penteadó (1976), Zaine (1994), Ferreira e Chang (2008)

## 4.6 Pedologia

A cobertura de solos da região da Bacia do Corumbataí foi mapeada em escala de semi detalhe (1:100.000) por pesquisadores do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), durante os anos de 1981 a 1989. O levantamento pedológico identificou 13 classes de solo para a região, com predominância de argissolos e latossolos, que ocorrem em cerca de 76% da área da bacia, seguido pelos neossolos com 22% (Figura 27).

**Figura 27** - Mapa de solos da Bacia do Rio Corumbataí



Fonte: Adaptado de Rossi (2017)

Os argissolos e latossolos possuem textura arenosa, são bem drenados, possuem alta taxa de infiltração, com fácil lixiviação e, portanto, são solos pobres em matéria orgânica, de caráter ácido e alta erodibilidade. A erosão do solo, um problema recorrente na região, dificulta a recuperação florestal, a ocupação antrópica e acelera o assoreamento dos cursos d'água, podendo comprometer o abastecimento de água potável, pelo aumento da turbidez da água. Os argissolos e latossolos têm origem nas

rochas arenosas das formações Botucatu, Piramboia e Rio Claro.

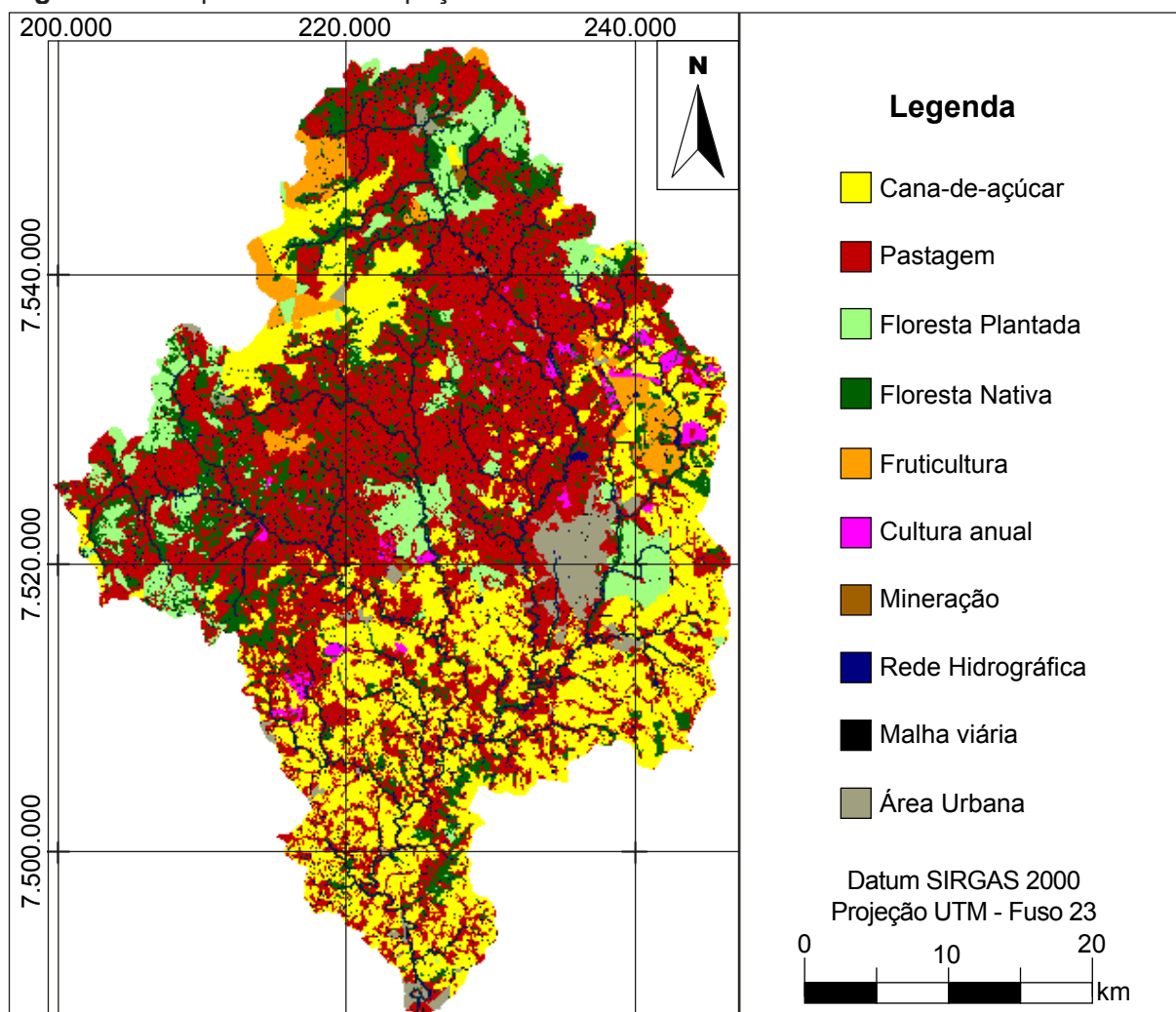
O latossolo roxo (popularmente conhecido como terra-roxa) tem origem no intemperismo das rochas básicas da Formação Serra Geral, bem como das rochas intrusivas associadas.

Os neossolos são subdivididos em litólicos e quatzarênicos. O neossolo litólico é caracterizado pela pequena espessura dos horizontes, podendo apresentar blocos. O neossolo quatzarênico é um tipo de solo profundo, predominantemente arenoso, bem drenado e pobre em nutrientes.

#### 4.7 Uso e ocupação do solo

As condições de uso e ocupação do solo na Bacia do Corumbataí sofreram diversas modificações ao longo do tempo, desde as condições naturais até o estado atual, marcado por elevada modificação antrópica do espaço. A Figura 28 apresenta a distribuição do uso e ocupação na bacia mapeado por IPEF (2002).

**Figura 28** - Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Corumbataí



Fonte: IPEF (2002)

Na época da realização do estudo, o uso predominante na bacia é o agropecuário, com extensas áreas de pastagem para pecuária e cultivo de cana-de-açúcar. Desde então, houve aumento em áreas de silvicultura de eucalipto para uso industrial, principalmente nas serras de Itaqueri e Santana (PCJ, 2018). As culturas de menor extensão incluem a horticultura e o cultivo de laranja e café. A área urbana ocupa menos de 3% da área da bacia, sendo a cidade de Rio Claro a principal mancha urbana presente.

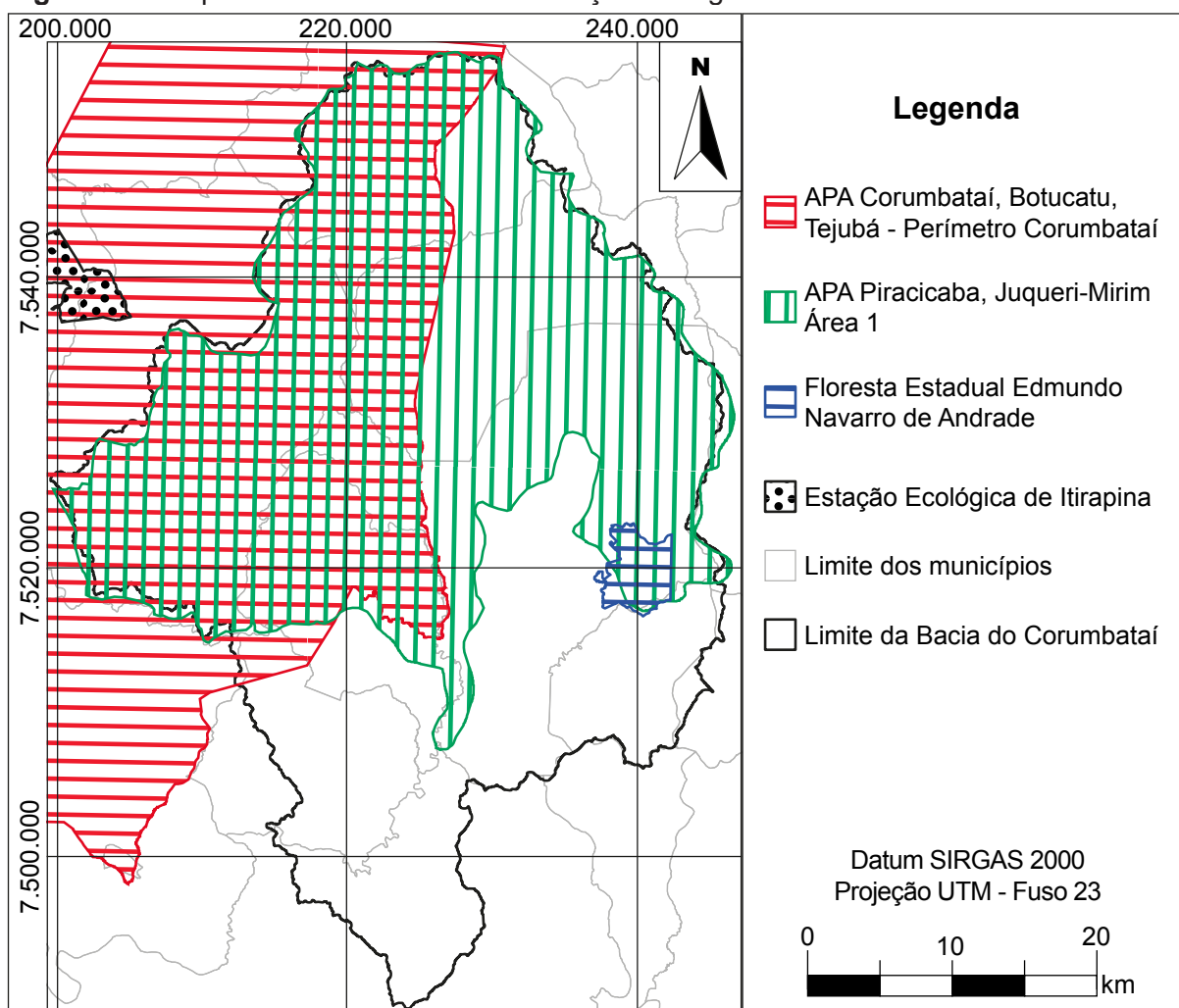
Ainda segundo IPEF (2002), apenas 12% do território possui remanescentes de mata nativa, concentrados, principalmente, na região de cuevas e em APPs. É possível observar que grande parte da área de mata está situada em zonas de baixo interesse econômico, devido à alta declividade e ocorrência de formas de relevo impróprias à mecanização.

Existem cinco Unidades de Conservação de Uso Sustentável na região da Bacia do Corumbataí (Figura 29):

- a) APA Corumbataí - Botucatu - Tejupá (Perímetro Corumbataí), criada em 1983 e ocupa, na Bacia do Corumbataí, parte dos municípios de Analândia, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina e Rio Claro. É gerida pela Fundação Florestal da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (FF/SMA), com objetivo de proteger a região das Cuestas Arenito-Basálticas, incluindo as zonas de recarga do Aquífero Guarani, o patrimônio arqueológico, a fauna, a flora e o bioma cerrado. Ainda não possui plano de manejo;
- b) APA Piracicaba, Juqueri-Mirim (Área I), foi criada em 1991, parcialmente sobreposta à APA Corumbataí - Botucatu - Tejupá (Perímetro Corumbataí) e abrange, parcialmente, os municípios de Analândia, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina e Rio Claro. Também está sob responsabilidade da FF e foi criada com o objetivo de focar atenção nos mananciais hídricos superficiais utilizados para abastecimento público urbano. A exemplo da APA Corumbataí - Botucatu - Tejupá (Perímetro Corumbataí), a APA Piracicaba, Juqueri-Mirim (Área I) não possui plano de manejo;
- c) Estações Ecológica e Experimental de Itirapina, localizadas próximas ao limite da Bacia do Corumbataí, nos municípios de Itirapina e Brotas. Apesar de serem duas unidades distintas, são geridas de forma integrada pelo Instituto Florestal (IF). Enquanto a primeira tem foco na conservação dos recursos naturais do cerrado, a segunda conta com diversas atividades ligadas à silvicultura. As estações possuem plano de manejo integrado, com a mais recente publicada em 2005;

- d) Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), no município de Rio Claro. Antigo Horto Florestal de Rio Claro, criado em 1909, foi reclassificado como Floresta Estadual em 2002 e passou para responsabilidade da FF. Com 2.230 hectares, a FEENA possui a maior variedade de espécies de eucalipto do Brasil. Segundo o plano de manejo, elaborado em 2005, o objetivo da UC é garantir o manejo sustentável dos recursos, a pesquisa e a visitação pública;

**Figura 29** - Mapa das Unidades de Conservação na região da Bacia do Rio Corumbataí



Fonte: Adaptado de FF (2008)

A atividade turística também se faz presente, principalmente nas regiões de cuestas, envolvendo segmentos como o turismo de natureza, de aventura, rural e cultural-histórico. A região de estudo está contida na Região Turística Serra do Itaqueri, liderada por uma governança composta por representantes dos setores turístico e público (SERRA DO ITAQUERI, 2019). Dentre os municípios da Bacia do Corumbataí, Ipeúna e Itirapina são considerados Municípios de Interesse Turístico

(MITs) e Analândia é considerada Estância Turística, recebendo, assim, incentivos financeiros do governo estadual.

A região é atravessada por dois circuitos de peregrinação, o Caminho da Paz e o Caminho do Mosteiro, que juntos cobrem os municípios de Analândia, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina e Piracicaba. Além disso, Analândia e Itirapina também fazem parte do Circuito Turístico “Chapada Guarani” (SÃO PAULO, 2019).

#### **4.8 Biodiversidade vegetal**

A flora da região da Bacia do Corumbataí é, categoricamente, o aspecto da biodiversidade de maior associação com a geodiversidade. A cobertura vegetal está diretamente relacionada com características do meio físico, como clima, solo, declividade, altimetria e disponibilidade hídrica.

Os diversos ciclos agrícolas, desenvolvidos ao longo do tempo na região da Bacia do Corumbataí, pressionaram pela substituição de áreas florestais naturais por áreas agrícolas (IPEF, 2002). Atualmente, as áreas de mata na região de estudo se limitam às faixas ciliares, fragmentos esparsos e faixas que acompanham a declivosa região de cuevas e morros testemunhos (ZAINÉ, 1996). Estes fragmentos compõem cerca de 12% da área da bacia (BRITO, 2001).

Segundo IPEF (2002), a diversidade de espécies arbóreas e arbustivas na Bacia do Corumbataí consiste em 480 espécies de 72 famílias, distribuídas nas seguintes formações florestais:

- a) Floresta Estacional Semidecidual (Mata de Planalto): predomina de forma generalizada na bacia;
- b) Cerrado e Cerradão: ocupam áreas de solos arenosos nos municípios de Analândia, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina e Rio Claro;
- c) Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata de Encosta): ocorre na região das cuevas;
- d) Floresta Paludosa (Mata de Brejo): encontrada em faixas de ocorrência de solos hidromórficos;
- e) Floresta Estacional Decidual (Mata Seca): de ocorrência restrita em áreas de litossolo,
- f) Mata de Galeria: estende-se nas faixas ciliares de influência dos Cerrados.

Como um dos poucos espaços do estado de São Paulo que resistiu ao avanço da fronteira agrícola, as regiões de cuevas possuem grande potencial para a interligação desses fragmentos, formando uma faixa contínua de mata (IPEF, 2002).

**Tabela 2** - Cobertura original da Mata Atlântica e remanescente na região da Bacia do Corumbataí

<b>Município</b>	<b>Área original (ha)</b>	<b>% de área original*</b>	<b>Área em 2006 (ha)</b>	<b>% de área em 2006*</b>
<b>Analândia</b>	-	-	-	-
<b>Charqueada</b>	217	46	6,51	3
<b>Corumbataí</b>	694	34	48,58	7
<b>Ipeúna</b>	651	39	58,59	9
<b>Itirapina</b>	1521	31	136,89	9
<b>Piracicaba</b>	1906	42	57,18	3
<b>Rio Claro</b>	1922	91	76,88	4
<b>Santa Gertrudes</b>	297	100	8,91	3

\*Em relação à área do município

Fonte: Ribeiro (2006)

Segundo IPEF (2002), a Bacia do Corumbataí possui níveis extremamente altos de desmatamento e fragmentação florestal, sendo considerada uma área prioritária para o investimento em práticas conservacionistas.

#### **4.9 Província Espeleológica Serra do Itaqueri**

A Província Espeleológica Serra do Itaqueri está contida nas faixas de escarpas areníticas (Formação Botucatu), que se estendem da Serra do Cuscuzeiro, em Analândia, até a Serra de São Pedro, no município homônimo. Vieira et al. (2013) afirmam que a região configura um dos mais importantes polos de cavernas areníticas do estado de São Paulo e o mais próximo à capital paulista.

O elevado número de cavidades naturais decorre de aspectos característicos da região, como o desnível entre o nível freático e o nível de base local, proporcionado pela cuesta, o denso e profundo sistema de fraturamento das rochas, e o clima úmido (MONTEIRO; RIBEIRO, 2001).

Desde os primeiros estudos espeleológicos na década de 1970, foram identificadas cerca de 30 cavidades naturais na área da Bacia do Corumbataí. Frequentemente ocorrem descobertas de novas cavidades pelos grupos de espeleologia que realizam prospecções na região, com destaque para o Espele Grupo Rio Claro (EGRIC). Dentre as cavidades estudadas, algumas se destacam pelas características espeleológicas, sedimentares e arqueológicas, dentre as quais, pode-se citar: Toca do Índio, Gruta do Fóssil, Gruta Boca do Sapo (Figura 30), Abrigo do Alvo, Gruta da Toca, Caverna Campo Minado, Abrigo da Glória e Gruta do Fazendão, entre outras.

**Figura 30** - Gruta Boca do Sapo, no município de Itirapina, apresenta um dos maiores pórticos de entrada da região



Fonte: Acervo pessoal

#### 4.10 Arqueologia

A história arqueológica da Bacia do Corumbataí é reconstruída a partir do estudo das diversas ferramentas líticas (Figura 31), pinturas rupestres (Figura 32) e artefatos cerâmicos encontradas na região. Segundo o IPHAN (2018), existem 120 sítios arqueológicos cadastrados nos municípios da bacia.

**Figura 31** - Pontas de flecha, bifaciais, provenientes do geossítio “Alice Boer”, em Ipeúna



Fonte: Souza (2017)

**Figura 32** - Pintura rupestre representando um cervídeo no geossítio “Toca do Índio”, em Analândia



Fonte: Acervo Pessoal

Com o crescente número de achados arqueológicos ocorrido na década de 1960, os pesquisadores Tom O. Miller Jr., seu orientador Fernando Franco Altenfelder Silva, da antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, atual Unesp, e a pesquisadora Maria Beltrão, do Museu Nacional do Rio de Janeiro, começaram a sistematizar os estudos arqueológicos na região.

Segundo Silva (1967), a diversidade de sítios arqueológicos distribuídos ao longo do tempo e espaço indica que a região da Bacia do Corumbataí foi ponto de encontro de rotas migratórias. De fato, a região dispõe de diversos elementos que favoreceram a passagem e a ocupação humana, como a disponibilidade de recursos hídricos, as cavidades naturais, que forneciam abrigo, e as rochas que serviram de matéria-prima para a confecção de ferramentas para caça.

Na década de 1980, o espeleólogo Guy C. Collet identificou diversas cavidades naturais na região, com ocorrências de gravuras e pinturas rupestres. O pesquisador demonstrou preocupação com a conservação dos achados e propôs métodos de proteção física das pinturas em um simpósio de arte rupestre organizado pela Unesco (COLLET, 1986).

Em 2001, o geólogo Astolfo G. M. Araújo publicou a obra “A arqueologia da região de Rio Claro: uma síntese”, descrevendo a história das pesquisas arqueológicas na região, considerando que, no município de Rio Claro, devem estar localizados os sítios arqueológicos mais antigos do estado de São Paulo. Mais recentemente, o pesquisador confirmou datações de até 10,5 mil anos no geossítio “Lagoa do Camargo”, em Rio Claro (ARAUJO et al., 2017).

Além do elevado valor científico, o patrimônio arqueológico da região também apresenta relevantes valores educativo e cultural. A história arqueológica costuma ser facilmente reconhecida pelas comunidades locais e, portanto, uma grande aliada em ações de estímulo ao sentimento de pertencimento.

#### **4.11 Geoconservação na Bacia do Corumbataí**

Por sua relevância em todos os aspectos abordados no presente capítulo, a Bacia do Rio Corumbataí já foi objeto de diversas pesquisas nas área de geodiversidade e geoconservação, incluindo publicações que fornecem um compreensivo panorama do patrimônio natural de região.

Em 1996, a pesquisadora Mariselma Ferreira Zaine publicou relatório de pesquisa, intitulado “Patrimônios Naturais e História Geológica da Região de Rio Claro”. O trabalho inclui amplo levantamento qualitativo da geodiversidade da Bacia do Corumbataí, bem como a produção de materiais educativos e interpretativos (ZAINÉ, 1996; ZAINÉ; PERINOTTO, 1996; ZAINÉ; ZAINÉ, 2009).

Posteriormente, Amorim, Ebert e Horst (2005), e Amorim (2010) apresentaram um pioneiro banco de dados georreferenciado da geodiversidade da bacia, com vistas ao uso geoturístico.

A geodiversidade na região da Bacia do Corumbataí também consta em obras publicadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), como o livro “Geodiversidade do Brasil” (CPRM, 2008), o “Mapa da Geodiversidade do Estado de São Paulo” (CPRM, 2009) e o livro “Geodiversidade do Estado de São Paulo” (CPRM, 2010). Os estudos da CPRM sintetizam grande parte do conhecimento geológico regional e focam, em geral, nos potenciais riscos e aplicabilidades relacionados à geodiversidade.

Entre os anos de 2007 e 2012, o Instituto Geológico (IG) da Secretaria de Meio Ambiente (SMA) do estado de São Paulo, desenvolveu o projeto “Monumentos Geológicos da Região de Rio Claro”, em parceria com pesquisadores da Unesp e do Instituto Florestal (IF/SMA). O projeto teve o objetivo de contribuir com o inventário, a divulgação, a conservação e a valorização do geopatrimônio na região e resultou nas publicações de Mantesso-Neto et al. (2013) e Ribeiro et al. (2013).

Recentemente, Garcia et al. (2017) elaboraram e publicaram o primeiro inventário sistemático do patrimônio geológico para o estado de São Paulo. Este trabalho envolveu a colaboração de diversos especialistas em geoconservação e incluiu 11 geossítios de três diferentes *frameworks* na região da Bacia do Corumbataí.

Há que se destacar também o trabalho realizado pelo Espeleo Grupo Rio Claro (EGRIC) que, desde 1979, vem atuando ativamente na Província Espeleológica da Serra de Itaqueri. Em 40 anos de existência, o grupo foi responsável pela descoberta e mapeamento de diversas cavidades naturais na região, contribuindo com atividades

de inventariação, caracterização e proteção das cavidades naturais, bem como ações de treinamento e conscientização da comunidade.

#### 4.11.1 Projeto Geoparque Corumbataí

A partir de 2016, diversas pessoas e instituições iniciaram o desenvolvimento de ações para um projeto de Geoparque Global da Unesco na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí. A equipe que se consolidou à frente do projeto conta com pesquisadores, técnicos e estudantes do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Unesp campus de Rio Claro, da Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Unicamp campus de Limeira, do Consórcio das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, do poder público dos oito municípios da Bacia do Corumbataí, entre outras instituições parceiras e colaboradores individuais.

Em cerca de quatro anos de trabalho, a equipe desenvolveu diversas atividades de geoconservação, como elaboração de pesquisas, participações em eventos acadêmicos, promoção de reuniões públicas nos municípios envolvidos, palestras, realização de eventos geoturísticos (Figura 33) e confecção de geoprodutos.

**Figura 33** - Utilização de materiais interpretativos durante excursão geoturística no geossítio “Pedreira Partecal”, município de Rio Claro



Fonte: Luciano Urbancic

Entre os trabalhos acadêmicos produzidos pelo Grupo de Estudos em Geoconservação da Unesp Rio Claro pode-se citar:

- a) Proposta de parque geológico da seção-tipo do Membro Assistência da Formação Irati (Permiano) como uso futuro de uma área minerada no município de Rio Claro (KOLYA, 2015; KOLYA; ZAINÉ, 2016; KOLYA;

ZAINE; PERINOTTO, 2017; KOLYA et al., 2018);

- b) Caracterização e salvamento de sítio paleontológico descoberto no município de Rio Claro (KOLYA et al., 2016; BERTULUCI et al., 2017; ZAINE; PERINOTTO e KOLYA, 2018);
- c) Análise da vulnerabilidade de sítios de interesse geológico na Bacia do Corumbataí (BERTULUCI, 2017);
- d) Elaboração de painel interpretativo para o Geossítio Morro do Cuscuzeiro, em Analândia (LESSI, 2017; LESSI; ZAINE e KOLYA, 2018);
- e) Estratégia pedagógica para o ensino de geociências nas escolas do município de Rio Claro (KOLYA et al., 2018), e
- f) Arcabouço teórico do Projeto Geoparque Corumbataí (SOUZA-FERNANDES et al., 2018a)

O arquivo histórico deste projeto está registrado na obra “Geoparque Corumbataí: primeiros passos de um projeto de desenvolvimento regional”, organizado pela equipe de trabalho responsável pela iniciativa (SOUZA-FERNANDES et al., 2018b).

## 5 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DA BACIA DO CORUMBATAÍ

Neste capítulo são apresentados e discutidos os principais resultados obtidos a partir da aplicação dos métodos de inventariação e quantificação nos sítios de interesse geológico da área de estudo. A análise dos dados foi baseada nos valores absolutos e proporcionais da distribuição dos sítios de interesse geológico nas diversas categorias de classificação, incluindo: município, categoria temática, tipologia, relevância, risco de degradação e prioridade de proteção.

A geodiversidade da Bacia do Corumbataí, brevemente retratada no capítulo 4, abrange importantes registros para a compreensão de determinados períodos da história natural do planeta. Entre os elementos do patrimônio geológico da região são encontrados sítios de interesse geológico que compreendem conteúdos e potencialidades de uso diversos, bem como relevância local a internacional.

O estado de conservação e o risco de degradação deste patrimônio, contudo, encontram-se em níveis críticos. Entre as principais ameaças ao patrimônio geológico, pode-se citar a expansão urbana, obras de infraestrutura, exploração de recursos minerais, turismo predatório, desmatamento e atividades agrossilvipastoris. Processos naturais como intemperismo, erosão e assoreamento também são riscos à geodiversidade, principalmente quando acelerados por ação antrópica.

Os dados apresentados compreenderam as etapas de inventariação, quantificação e valorização, com as respectivas ações desenvolvidas em cada etapa. Com o banco de dados, gráficos e mapas, espera-se contribuir para a sistematização das informações referentes ao geopatrimônio da Bacia do Corumbataí e apoiar, assim, o planejamento e gestão de ações em favor do geopatrimônio.

### 5.1 Inventariação

Com base no estudo da bibliografia, trabalhos de campo e consulta à comunidade, foram levantados 241 pontos de interesse. Destes, foram selecionados apenas aqueles com relação direta com elementos ou processos da geodiversidade. A lista final do inventário de sítios de interesse geológico, com 170 registros, inclui sítios distribuídos pelos oito municípios da Bacia do Corumbataí e um sítio no município de Itacemópolis, localizado na borda sudeste da bacia (Gráfico 3).

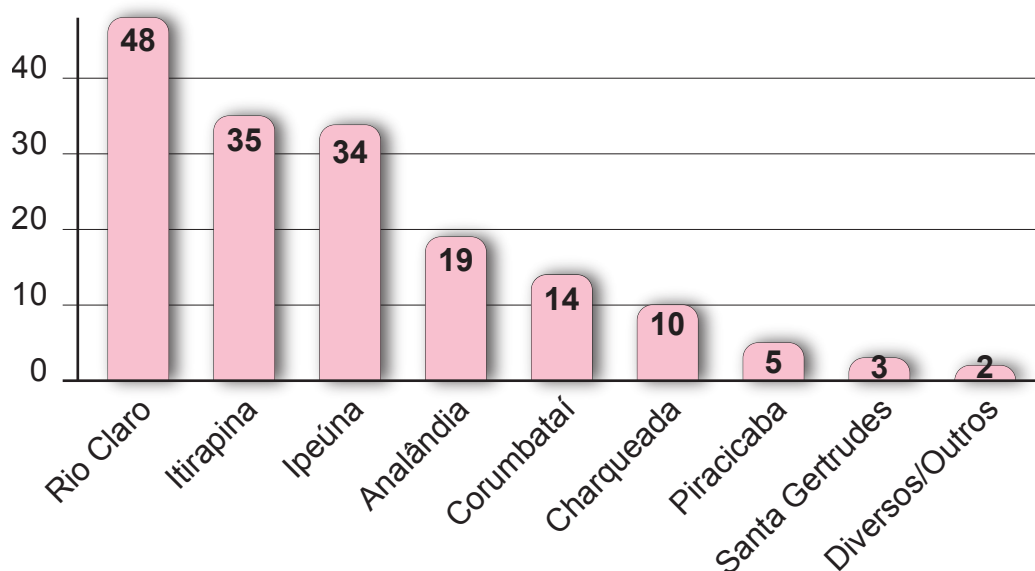
De forma geral, verificou-se uma distribuição relativamente proporcional dos sítios inventariados em relação à área de cada município. Rio Claro, município com a maior área na região de estudo, apresentou o maior número de sítios. Já, em Santa Gertrudes, menor município da bacia, foi registrado o menor número de sítios.

A categoria “Diversos/Outros” compreende um sítio de interesse geológico que abrange os municípios de Ipeúna, Charqueada, Rio Claro e Piracicaba e um sítio no

município de Iracemápolis, localizado próximo ao limite da Bacia do Corumbataí.

Alguns fatores que contribuíram para facilitar a identificação e a coleta de informações a respeito dos potenciais sítios de interesse geológico, foram a publicação de trabalhos científicos e a indicação por parte de pesquisadores e membros da comunidade e de instituições locais.

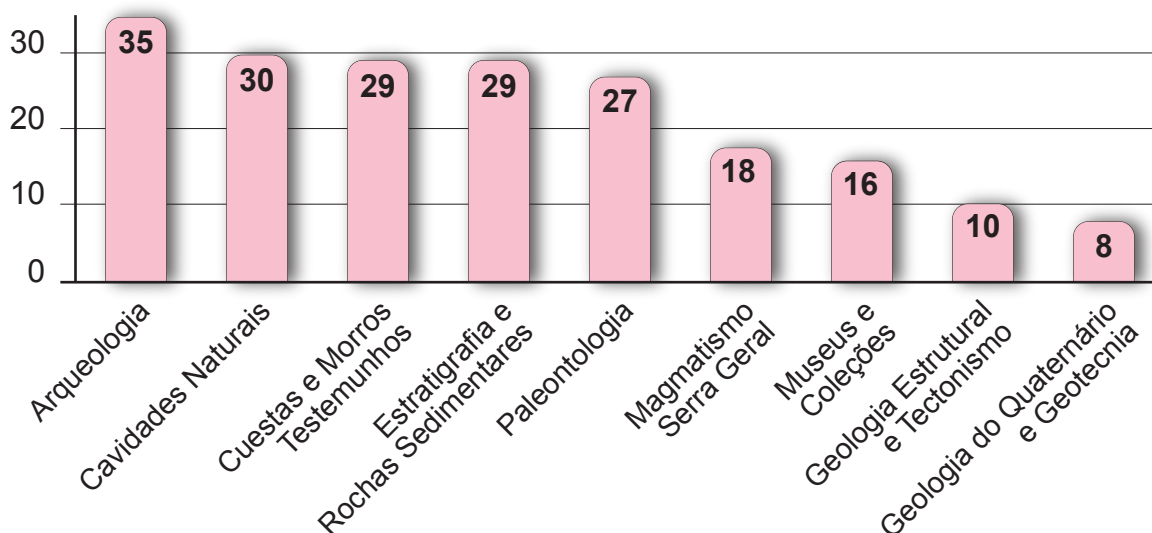
**Gráfico 3** - Distribuição de sítios de interesse geológico por município



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação à distribuição por categoria temática, os sítios foram classificados em nove categorias (Gráfico 4), que são descritas em ordem decrescente de representatividade. Alguns sítios, nos quais foram identificados mais de um tema com elevado valor científico, foram classificados em mais de uma categoria.

**Gráfico 4** - Distribuição de sítios de interesse geológico classificados por categoria temática



Fonte: Elaborado pelo autor

A categoria contendo o maior número de registros foi Arqueologia. O grande número e diversidade de sítios desta categoria deve-se à prolongada e constante ocupação da região por povos pré-colombianos e pelos numerosos estudos realizados, que culminaram na identificação de abundantes sítios com evidências arqueológicas.

A categoria Cavidades Naturais, na segunda posição, reflete a importância da Província Espeleológica Serra do Itaqueri, uma das principais regiões de ocorrência de cavidades areníticas no Brasil.

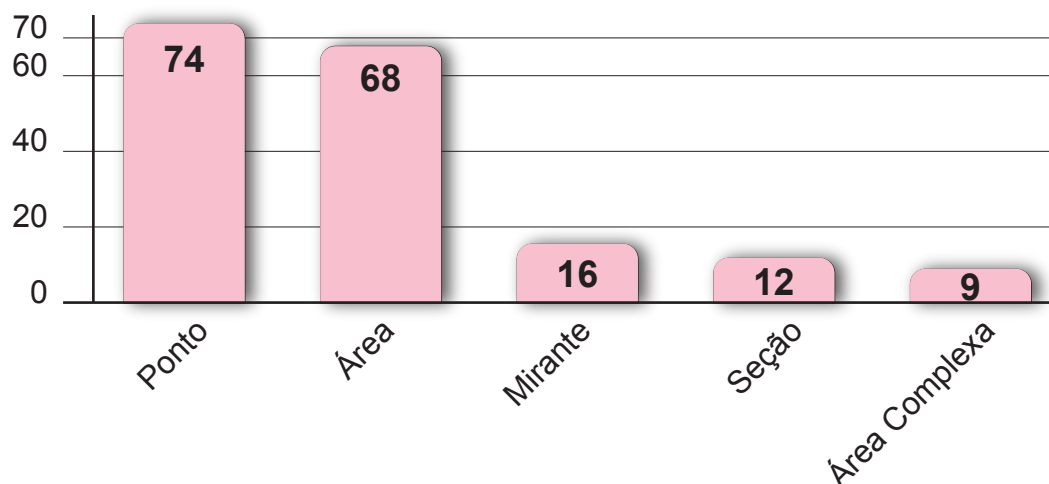
A categoria Cuestas e Morros Testemunhos, com 29 sítios, reflete o contexto geomorfológico do setor noroeste da Bacia do Corumbataí, marcado por formas de relevo típicas da transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental. Do ponto de vista científico, esta região da bacia é dotada de notável abundância de elementos geológicos. Sob a ótica do geoturismo, essa região se destaca pela variabilidade de paisagens, incluindo várias quedas d'água e locais para a prática de esportes, como ciclismo e escalada em rocha.

As categorias Estratigrafia e Rochas Sedimentares, e Paleontologia, com 29 e 27 sítios, respectivamente, compreendem alguns dos principais sítios de relevância científica da região, por apresentarem sequências litoestratigráficas e fósseis considerados elementos-chave da história natural da região.

Já as categorias Geologia do Quaternário e Geotecnia, e Geologia Estrutural e Tectonismo, apresentaram menor quantidade de sítios, em função de problemas de preservação e da menor quantidade de pesquisas nestas temáticas.

Em relação à tipologia (FUERTES-GUTIÉRREZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010), a grande maioria dos sítios de interesse geológico foi enquadrada nas classes Ponto e Área, como demonstrado no Gráfico 5.

**Gráfico 5** - Distribuição dos sítios de interesse geológico classificados por tipologia



Fonte: Elaborado pelo autor

A tipologia de sítios Ponto abarca a maior diversidade dos sítios inventariados. Já nos da tipologia Área, duas categorias temáticas se destacam: Arqueologia, devido à extensão da ocorrência dos sítios arqueológicos e Cuestas e Morros Testemunhos, em função da amplitude destes sítios.

### 5.1.1 Banco de dados

Os resultados completos da inventariação são apresentados no banco de dados disponibilizado no APÊNDICE C deste trabalho. Para o acesso ao banco de dados, basta conectar o *pendrive* a um computador com sistema operacional Windows 7 ou superior, e abrir o arquivo Kolya\_2019\_Geoparque\_Corumbatai.fmp. O banco de dados também pode ser aberto em computador com sistema operacional macOS Sierra ou superior. Neste caso, é necessário ter o aplicativo FileMaker instalado no sistema ou fazê-lo a partir dos arquivos de instalação contidos na pasta “Instalação”.

Ao abrir o banco de dados, forneça as seguintes credenciais: Login: Usuário; Senha: Geoparque Corumbataí 2019.

A partir da tela inicial do banco de dados, é possível acessar as fichas individuais, a lista geral dos sítios inventariados, as informações sobre estabelecimentos de educação e emergência e a página de informações (Figura 34).

**Figura 34** - Menu inicial do banco de dados



**A:** Botão de acesso às fichas individuais; **B:** Botão de acesso à lista geral; **C:** Botões de acesso às informações de estabelecimentos de educação e emergência; **D:** Informações sobre o banco de dados.

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.1.1.1 Fichas

Para acessar as fichas individuais, deve-se selecionar a opção “FICHAS” no menu inicial ou no menu de navegação. Dentro de cada ficha, é possível navegar pelas abas:

- Resumo - Figura 35;
- Localização/Acesso - Figura 36;
- Conteúdo - Figura 37;
- Quantificação Brilha (2016) - Figura 38.

Para navegar pelas fichas dos sítios anteriores ou seguintes, utilizam-se os botões < e >, localizados no canto direito da barra de menu superior. Ainda no menu superior, pode-se voltar ao menu principal (botão: MENU) ou ir para a lista geral dos sítios (botão: LISTA).

**Figura 35** - Aba “Resumo” da ficha de sítio de interesse geológico

The screenshot displays the 'Resumo' tab for the 'Clarkecaris do Taquaral' site. The interface includes a navigation menu (A) with options: MENU, FICHA, LISTA, TABELA. The site name (B) is 'Clarkecaris do Taquaral'. The 'Resumo' tab is active, showing a map (E) of Rio Claro with coordinates Lat -22.470920 and Long -47.638135. The geological information (F) includes: Relevância: Geossítio de Relevância Internacional; Tipologia: Ponto; Categoria Temática: Paleontologia; Uso Prioritário: Científico; Prioridade de Proteção: Imediata. The quantitative values (H) are: Valor Científico = 310 (alto), Potencial de Uso Educativo = 280 (médio), Risco de Degradação = 325 (alto), and Potencial de Uso Turístico = 230 (médio). A list of photos/croquis/illustrations (G) is also visible.

**A:** Menu de Navegação; **B:** Nome do sítio; **C:** Resumo gráfico da quantificação; **D:** Aba Resumo; **E:** Resumo da localização; **F:** Resumo das informações geológicas; **G:** Lista de fotos, imagens e croquis; **H:** Resumo numérico dos valores finais de quantificação.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 36** - Aba “Localização/Acesso” da ficha de sítio de interesse geológico

The screenshot displays a web application window with the following elements:

- Navigation Menu (A):** Located at the top, containing 'MENU', 'FICHA', 'LISTA', and 'TABELA' buttons.
- Site Name (B):** 'Clarkecaris do Taquaral' is displayed in a yellow box.
- Map (E):** A Google Maps interface showing the site location with coordinates  $-22.470920, -47.638135$  and a red location pin.
- Form (F):** A data entry form with the following fields:
 

Município	Rio Claro	Coordenadas	-22.470920	-47.638135	530
Endereço	N/A	Acesso	Ônibus	+ 0	<input checked="" type="radio"/> m <input type="radio"/> km Dificuldade
Bairro	N/A	Ponto de Referência	Após a quebra positiva na estrada sentido a ponte quebrada		
Distrito	N/A	Pessoa Responsável	N/A		

**A:** Menu de Navegação; **B:** Nome do sítio; **C:** Resumo gráfico da quantificação; **D:** Aba Localização/Acesso; **E:** Mapa de localização; **F:** Informações de localização e acesso.

Fonte: Elaborado pelo autor

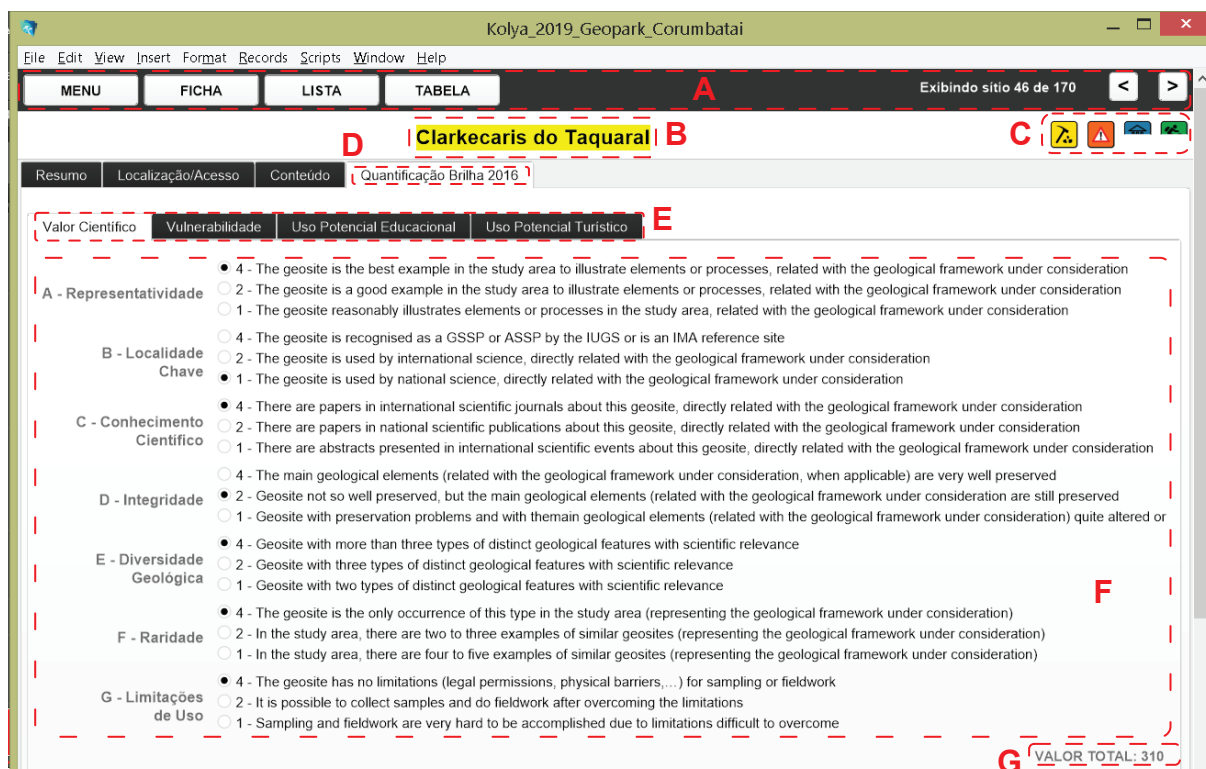
Figura 37 - Aba “Conteúdo” da ficha de sítio de interesse geológico

The screenshot shows a web application window titled 'Kolya\_2019\_Geopark\_Corumbatai'. The main content area is labeled 'Clarkecaris do Taquaral'. The interface includes a navigation menu (A) with options like 'MENU', 'FICHA', 'LISTA', and 'TABELA'. The 'Conteúdo' tab is active, showing various filters and options. On the left, there are sections for 'Depressão Periférica', 'Geossítio', and 'Ponto'. The main content area is divided into 'Conteúdos Presentes' (H) and 'Unidades Litoestratigráficas' (J). A 'Geocronologia' section (L) allows filtering by geological periods. A 'Referências Bibliográficas' section (I) lists several PDF documents. A 'Descrição' section (K) is empty. At the bottom right, a table (M) shows fossil content with columns for taxonomic levels: Animalia, Família, Reino, and Família, and rows for Artrópodes, Crustáceos, Filo, Subfilo, and Gênero.

**A:** Menu de Navegação; **B:** Nome do sítio; **C:** Resumo gráfico da quantificação; **D:** Aba Conteúdo; **E:** Características do sítio; **F:** Litotipo(s) predominante(s); **G:** Categoria(s) Temática(s); **H:** Conteúdos da geodiversidade presentes; **I:** Referências bibliográficas; **J:** Unidade(s) Litoestratigráfica(s) representadas; **K:** Descrição; **L:** Geocronologia; **M:** Conteúdo fossilífero.

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 38** - Aba “Quantificação Brilha (2016)” da ficha de sítio de interesse geológico



**A:** Menu de Navegação; **B:** Nome do sítio; **C:** Resumo gráfico da quantificação; **D:** Aba Quantificação Brilha (2016); **E:** Subabas Valor Científico, Vulnerabilidade, Uso Potencial Educativo e Uso Potencial Turístico; **F:** Critérios de Quantificação; **G:** Resultado final da quantificação.

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.1.1.2 Lista Geral de Sítios

A lista geral de sítios (Figura 39) pode ser acessada a partir do menu principal (botão LISTA) ou da barra superior, clicando no botão LISTA. A lista contém o resumo de todos os sítios inventariados.

No cabeçalho superior, pode-se utilizar os botões de seleção para filtrar a lista de sítios por: 1) Categoria Temática, 2) Município, 3) Tipologia, 4) Relevância, 5) Risco de Degradação, 6) Uso Prioritário e 7) Prioridade de Proteção. No campo de busca, é possível inserir um texto para pesquisa entre as diversas informações disponíveis sobre os sítios.

Ainda no cabeçalho, há a informação do número de sítios correspondentes às características de filtragem definidas pelo usuário em relação ao total de sítios. O botão “Mostrar todos” tem a função de limpar todos os critérios de filtro/busca e voltar a exibir a lista completa de sítios. O botão “Filtrar Seleccionados” exibe somente os sítios cuja caixa de seleção esteja ativa, permitindo assim a comparação entre sítios escolhidos pelos usuários. O botão “Limpar Seleccionados” desativa a caixa de seleção para todos os sítios.

No cabeçalho inferior, é possível clicar sobre os termos para classificar a lista em ordem crescente ou decrescente. Os termos para os quais é possível ordenar a lista de sítios são: 1) Categoria, 2) Nome, 3) Município, 4) Valor Científico (VC), 5) Risco de Degradação (RD), 6) Potencial de Uso Educativo (PUE), 7) Potencial de Uso Turístico (PUT), 8) Classificação, 9) Proteção e 10) Uso prioritário.

Quando a lista estiver ordenada, ficará disponível, no canto esquerdo do cabeçalho inferior, o botão para desfazer a ordenação, voltando a exibir a lista de sítios na ordem inicial, correspondendo à sequência de cadastro dos sítios.

Quando classificada, a lista de sítios exibirá uma faixa amarela subdividindo as diferentes categorias de classificação, incluindo a somatória de sítios em cada classe.

**Figura 39 - Lista geral dos sítios de interesse geológico.**

The screenshot shows the 'Kolya 2019 Geopark Corumbatai' application window. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Insert, Format, Records, Scripts, Window, Help) and a toolbar with tabs for MENU, FICHA, LISTA, and TABELA. The LISTA tab is active, displaying a list of sites. The toolbar contains several filter panels: 'Filtrar Categoria' (with checkboxes for Archaeology, Natural Caves, etc.), 'Filtrar Município' (Analândia, Corumbatai, Ipeúna, Ilirapina, Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes), 'Filtrar Tipologia' (Ponto, Seção, Área, Mirante, Área Complexa), 'Filtrar Relevância' (Geossítio de Relevância Internacional, Nacional, Local, Regional), 'Filtrar Risco' (Alto, Médio, Baixo), and 'Filtrar Uso' (Científico, Educativo, Turístico). There are also buttons for 'Filtrar Proteção' (Acompanhamento, Imediata, Prioritária, Programada) and 'Filtrar Selecionados' (170 SÍTIOS DE E, 170). A search bar (C) is present with the text 'Insira critérios para buscar'. A 'Mostrar Todos' button (D) is also visible. The main table has columns for Categoria, Nome, Município, VC, RD, PUE, PUT, Classificação, Proteção, and Uso Prioritário (G). The table lists 17 sites, each with a selection checkbox (H) in the right margin. The interface is annotated with red dashed boxes and letters A through H corresponding to the legend below.

Categoria	Nome	Município	VC	RD	PUE	PUT	Classificação	Proteção	Uso Prioritário
Cuestas e Morros Testemunhos	Morro do Cuscuzeiro	Analândia	265	205	345	320	Geossítio de Relevância Nacional	Prioritária	Científico
Cuestas e Morros Testemunhos	Morro do Camelo	Analândia	210	205	335	330	Geossítio de Relevância Nacional	Prioritária	Científico
Cavernas Naturais	Abrigo do Rochedo	Ipeúna	195	135	240	225	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional	Acompanhamento	Educativo
Estratigrafia e Rochas Sedimentares	Afloramento Três Eras	Rio Claro	215	310	320	270	Geossítio de Relevância Nacional	Prioritária	Científico
Cuestas e Morros Testemunhos	Cachoeira de Itaqueri	Ilirapina	200	120	340	310	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	Acompanhamento	Educativo
Magmatismo Serra Geral	Cachoeira do Escorrega	Analândia	85	155	340	330	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	Acompanhamento	Educativo
Magmatismo Serra Geral	Cachoeira Ponte Amarela	Analândia	145	170	315	305	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	Acompanhamento	Educativo
Magmatismo Serra Geral	Cachoeira do Saltão	Ilirapina	280	115	350	325	Geossítio de Relevância Nacional	Acompanhamento	Científico
Arqueologia Cavernas Naturais	Caverna Abrigo da Onça	Analândia	225	170	245	215	Geossítio de Relevância Nacional	Acompanhamento	Científico
Cavernas Naturais	Caverna Paredão	Ipeúna	205	215	305	280	Geossítio de Relevância Nacional	Prioritária	Científico
Arqueologia Cavernas Naturais	Caverna Toca do Índio	Analândia	330	210	315	300	Geossítio de Relevância Internacional	Prioritária	Científico
Paleontologia	Clarkearis do Taquaral	Rio Claro					Geossítio de Relevância	Imediata	Científico

**A:** Menu de Navegação; **B:** Filtros por classes; **C:** Busca; **D:** Limpar filtros/busca e mostrar lista completa; **E:** Contagem de sítios em exibição na lista; **F:** Filtragem/Desseleção de sítios marcados no campo H; **G:** Cabeçalho de ordenamento por classificação; **I:** Lista de sítios; **H:** Caixas de seleção de sítios.

Fonte: Elaborado pelo autor

## 5.2 Quantificação

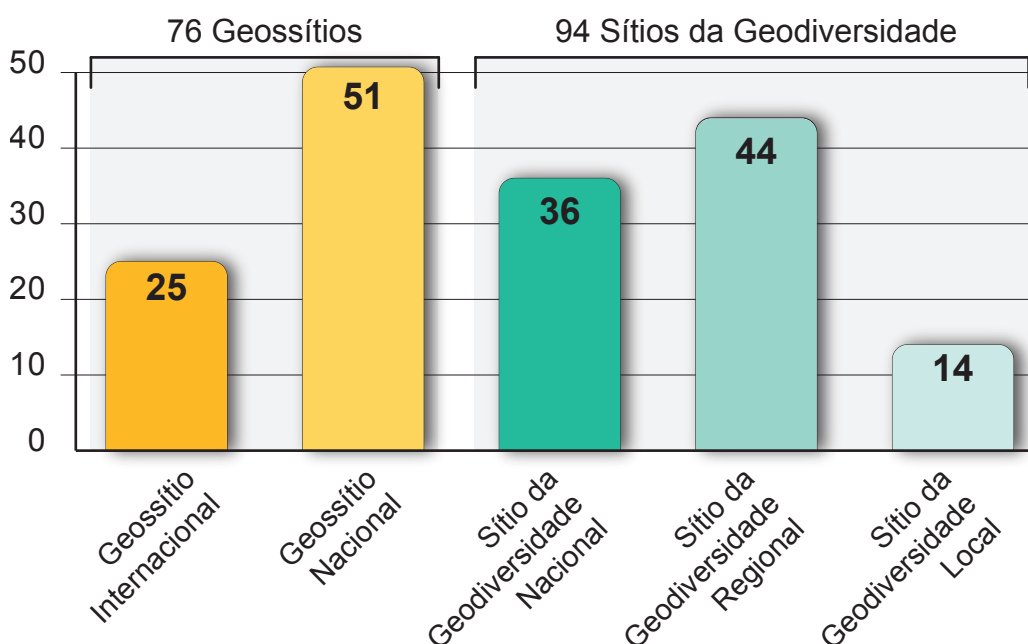
O resultado da quantificação na íntegra pode ser consultado no banco de dados descrito no item 5.1. A Lista Geral de Sítios apresenta o resumo do resultado da quantificação, incluindo os valores finais para Valor Científico, Risco de Degradação, Potencial de Uso Educativo e Potencial de Uso Turístico e uma representação gráfica para indicar os valores entre 200 e 300 (meio símbolo) e maiores que 300 (símbolo cheio). Nas Fichas Individuais dos Sítios, além do resumo, é possível ter acesso a todos os critérios de quantificação [Menu Principal > Fichas > Quantificação Brilha (2016)].

A seguir, são apresentados gráficos, mapas e análises para cada aspecto da estratégia de quantificação, incluindo: relevância (tipo e abrangência), uso potencial prioritário, risco de degradação, prioridade de proteção e prioridade de uso.

### 5.2.1 Relevância

O primeiro resultado apontado pela quantificação é a classificação do tipo e da abrangência da relevância dos sítios de interesse geológico (Gráfico 6). Com base nesta etapa, é possível classificar o tipo de relevância dos sítios inventariados entre geossítios e sítios da geodiversidade e, a abrangência entre internacional, nacional, regional e local.

**Gráfico 6** - Distribuição dos sítios de interesse geológico quanto à relevância



Fonte: Elaborado pelo autor

É importante ressaltar que, pelo método adotado, apenas os geossítios podem ser classificados como de abrangência internacional. Por outro lado, os geossítios não podem ser classificados como de abrangência regional ou local, pois, segundo Brilha (2016), a ciência, como estudo e prática, sempre terá, no mínimo, relevância nacional. Estes pressupostos impõem algumas limitações à avaliação quantitativa da relevância dos sítios de interesse geológico. Assim, em alguns casos, o resultado da quantificação se apresentou divergências em relação à análise crítica feita por especialistas consultados durante a pesquisa e pelo autor.

Como exemplo, o sítio “Elevador Turístico Alto do Mirante”, localizado sobre o rio Piracicaba, na área urbana de Piracicaba, apresentou valores máximos para potencial de uso turístico (PUT = 395), porém apenas moderados para valor científico (VC = 220), sendo classificado como de uso prioritariamente científico, apesar de ser um sítio de uso consagradamente turístico e concebido para este fim.

Outro caso é o sítio “Mirante das Águas”, em Itirapina, caracterizado por ser um complexo ecoturístico bem estruturado e que, frequentemente, recebe visitas de turistas estrangeiros. Ainda que este sítio seja notadamente relevante para atividades educativas e para o turismo internacional, a classificação obtida a partir do resultado da quantificação deste sítio foi de Geossítio de Relevância Nacional.

Estes resultados revelam algumas imprecisões inerentes aos métodos quantitativos. Ainda assim, os resultados obtidos forneceram um importante panorama da geodiversidade e do geopatrimônio na Bacia do Corumbataí, permitindo uma série de análises que contribuiram para a sistematização destas informações no âmbito do Projeto Geoparque Corumbataí.

A partir da quantificação de todos os sítios inventariados, verificou-se que a maior parte dos sítios de interesse geológico foi classificada como Sítios da Geodiversidade. Em relação à abrangência da relevância, predominam os Sítios de Relevância Nacional, sejam Geossítios ou Sítios da Geodiversidade.

Entre as subclasses, considerando tanto o tipo quanto a abrangência da relevância, predominam os Geossítios de Relevância Nacional. Este resultado foi alcançado devido à extensiva pesquisa bibliográfica, que contribuiu para a inclusão, no inventário, de sítios já utilizados por pesquisadores e dotados de informações publicadas em livros, periódicos e anais de eventos.

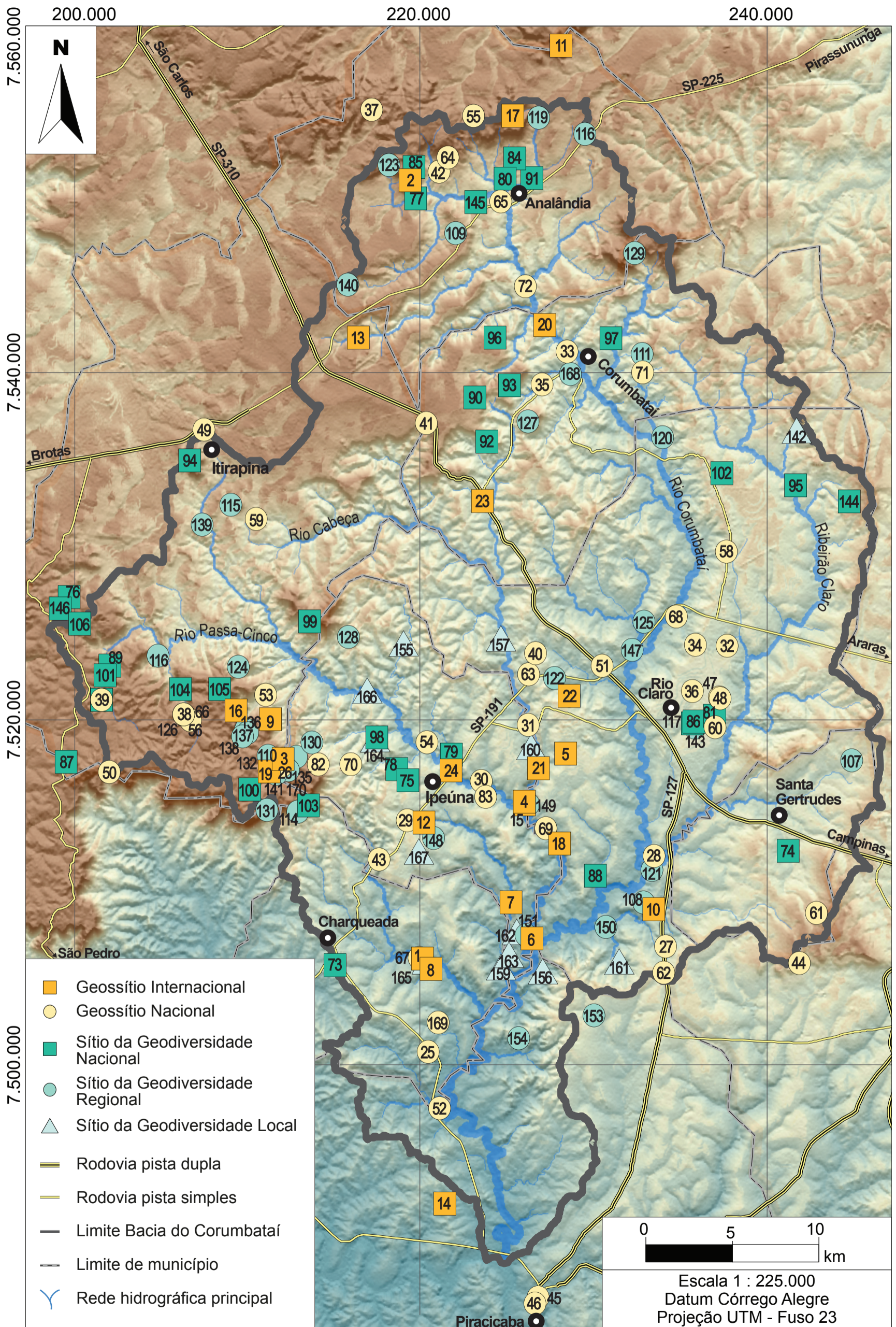
A distribuição espacial dos sítios, classificados quanto ao tipo e abrangência da relevância é apresentada no mapa da Figura 39. A identificação dos sítios no mapa é feita por meio da numeração, cuja nomenclatura correspondente pode ser consultada no Quadro 12 (p. 76 e 77) e no encarte fornecido no APÊNDICE D.

**Quadro 12** - Identificação dos sítios de interesse geológico por numeração

1: Estromatólitos da Formação Irati	22: Seção da Ferrovia de Batovi	43: Paleodunas do Pirambóia e Mirante	64: M. do Camelo
2: Cav. Toca do Índio	23: Pirambóia da Faz. Santana de Baixo	44: Ped. Iracemópolis	65: Salto Major Levy
3: Gr. do Fóssil	24: Tira Chapéu	45: Elevador Turístico Alto Do Mirante	66: Cach. São José
4: Águas do Altarúgio	25: Diques Clásticos de Santa Luzia	46: Mus. da Água	67: Salto de Paraisolândia (Caidô)
5: Lagoa do Camargo	26: Gr. do Fazendão	47: Mus. de Minerais, Minérios e Rochas	68: Meandro da Chácara Ilha
6: Confluência dos Rios Corumbataí e Passa-Cinco	27: Ped. Partecal	48: Mus. de Paleontologia e Estratigrafia	69: Seção da Ponte do Farol
7: Alto Estrutural de Pitanga	28: Usina Hidrelétrica de Corumbataí	49: Águas de Ubá	70: Cav. Paredão
8: Aflor. Usina São Francisco	29: Aflor. das 3 Eras 2	50: M. do Fogão	71: Toca da Onça
9: Cav. Boca do Sapo	30: Aflor. Faz. Ponte Nova	51: Seção do Trevo de Batovi	72: Cach. do Cuscuzeiro
10: Pq. de Assistência	31: Malacofauna da Form. Corumbataí	52: Meandros abandonados do Rio Corumbataí	73: Ecologic Park
11: Abr. do Alvo	32: Voçoroca da Mãe Preta	53: Paleodunas do Cantagalo	74: Faz. Santa Gertrudes
12: Tripoli da Granja Mondini	33: Terraços do Rio Corumbataí	54: Ped. Bonança	75: Mus. de Ipeúna
13: Cav. da Toca	34: Coquina do Distrito Industrial	55: Cav. Abrigo da Onça	76: Cach. de Itaqueri
14: Fósseis vegetais Form. Corumbataí	35: Seção do Linhão de Corumbataí	56: Mir. das Cachoeiras do Passa Cinco	77: Cach. do Escorrega
15: Compl. Arq. Alice Boer	36: Pq. Lago Azul	57: Toca do Piping	78: Pq. do Salto do Nhô Tô
16: Cav. Campo Minado	37: Abr. da Bocaina	58: Mir. do Bairro Cachoeirinha	79: Cach. Camping do Nenê
17: Pegadas da Fazenda Nova América	38: Cach. do Passa-Cinco	59: Estações Ecológica e Experimental	80: Lago da Bruxa - Recanto da Cascata
18: Clarkecaris do Taquaral	39: Mirante das Águas	60: (FEENA)	81: St. Arg. Curtume Timoni
19: Cav. Abrigo da Glória	40: Coquina de Camaquã	61: Mir. Cruz da Mata do Caju Cruz	82: Mirante da Serra do Fazendão
20: Estreito do Rio Corumbataí	41: Mir. da Balança	62: Mir. Viaduto do Calcário	83: Fazenda São Judas Tadeu
21: Aflor. Sítio Santa Maria	42: M. do Cuscuzeiro	63: Aflor. Três Eras	84: Pq. Caixa D'Água (Fonte da Saúde)

85: Abr. da Santa	106: Trilha do Anzol	129: Abr. Santo Urbano	151: Comp. Arq. Poço Fundo
86: Mus. Histórico e Pedagógico Amador Bueno da Veiga	107: Pedr. Abandonadas do Horto	130: Abr. do Rochedo	152: St. Arq. Vila Paulista
87: Mir. de São Pedro	108: Pedr. Calcário Vitti	131: T. do Ninho	153: St. Arq. Santo Antônio
88: Cach. Paraíso/ Zé Turco	109: Mir. das Cuestas de Analândia	132: T. do Bauru	154: St. Arq. Tamandupá
89: Cach. da Palmeira	110: Gr. das Abelhas	133: T. da Chuva	155: St. Arq. Monjolo Velho
90: Casarões de Pedra de Corumbataí	111: Abr. do Adão	134: T. do Morcego	156: Comp. Arq. Pitanga
91: Cach. Ponte Amarela	112: Olarias de Jacutinga	135: Cachoeira da Fazendão	157: St. Arq. Camaquã
92: Rampas Avolpi N-S	114: Mir. da Serra de Charqueada	136: Abr. dos Marimbondos	158: St. Arq. Pântano
93: Rampa Avolpi E	115: M. Pelado	137: T. do Cantagalo	159: Comp. Arq. São Lourenço
94: M. do Baú	116: Cach. do Nardo	138: Abr. Dedo Cortado	160: St. Arq. Bairro do Cabeça
95: Casarão do Barão de Grão Mogol	117: Túnel da Rua 6	139: Gr. Cachoeira	161: Comp. Arq. Marchiori / Tirolese
96: Mir. do Jequitibá Gigante	118: Mir. Morro Grande	140: Gr. Retiro	162: St. Arq. Areião
97: Cachoeira do Roncador	119: M. da Nova América	141: Cav. dos Macacos	163: Comp. Arq. Laboratório
98: Trilha do Cabrito	120: Coquina de Ferraz	142: Diques Clásticos Pedreira Tute	164: St. Arq. João Pinto
99: M. do Bizigueli	121: Pedr. Stavias	143: Gabinete de Leitura	165: Comp. Arq. Paraíso
100: Cach. da Lapa / Lapinha	122: Pedr. Usipetra (Paviobras)	144: Coquina da Mata Negra	166: Dunas do Passa-Cinco
101: Cach. da Borboleta	123: Abr. Roncador	145: Estação Annápolis	167: Fz. Retiro
102: Min. Mandu	124: M. do Cantagalo	146: Cemitério de Itaqueri da Serra	168: Antiga Olaria Schimidt
103: Rampa do Vão Livre de Ipeúna	125: Bivalves de Sant'Anna de Urucaia	147: Seção Motocross	169: Falhas Neotectônicas de Santa Luzia
103: Trilha do Vagalume	126: Gruta Fenda dos Geodos	148: St. Arq. da Caieira Alto do Campão	170: Seção da Serra do Fazendão
104: Trilha do Lisinho	127: M. da Boa Vista	149: Comp. Arq. Serra D'Água	
105: Trilha da Véia do Queijo	128: M. da Guarita	150: Comp. Arq. Fazenda Santa Rosa	

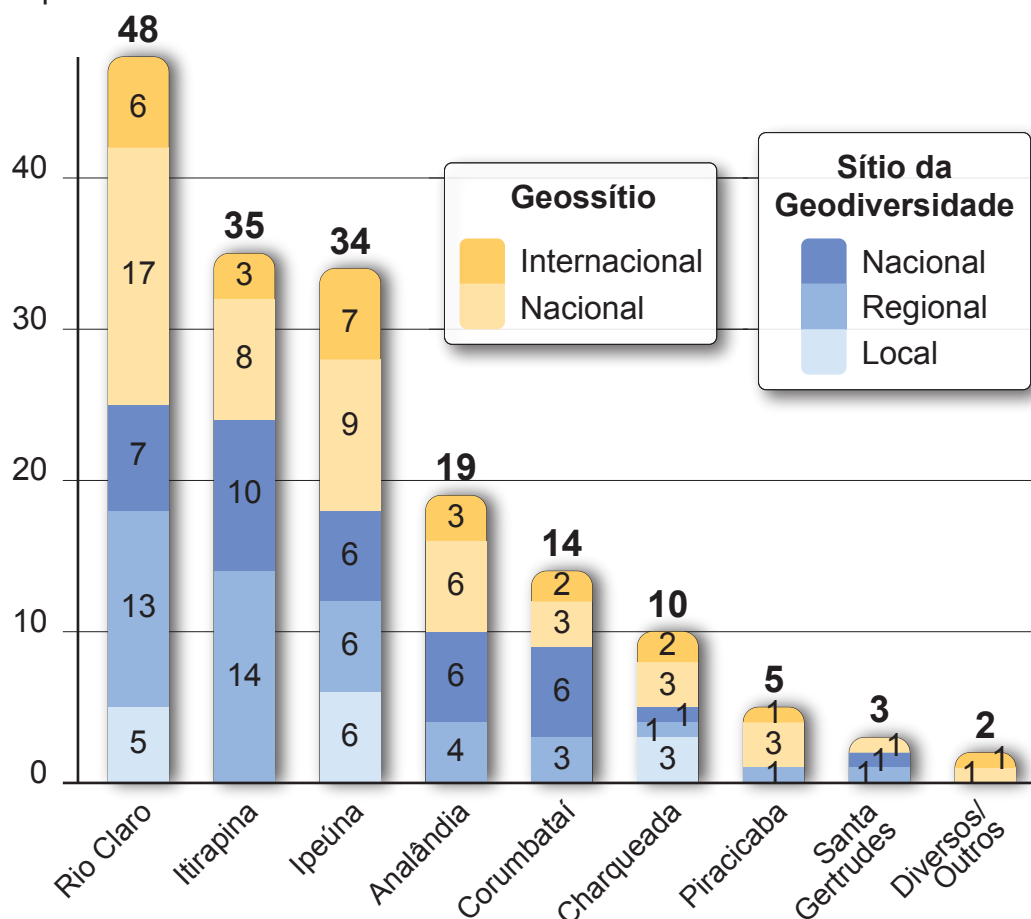
Figura 39 - Mapa de sítios de interesse geológico da região da Bacia do Corumbataí classificados por tipo de relevância



Fonte: Elaborado pelo autor

A distribuição do número de sítios de cada classe por município consta no Gráfico 7. Em todos os municípios da bacia foram inventariados sítios classificados como geossítios e sítios da geodiversidade.

**Gráfico 7** - Distribuição dos sítios de interesse geológico classificados por relevância e município

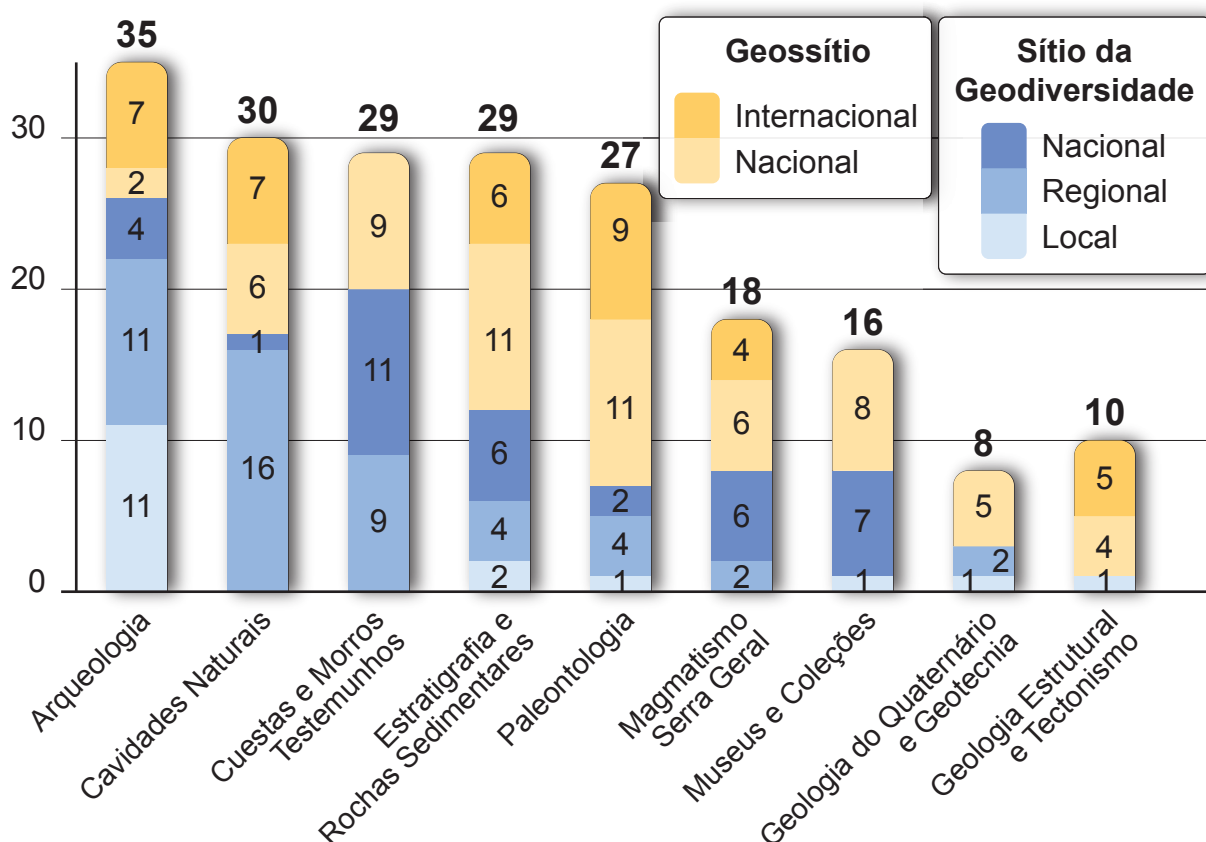


Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar de contar com apenas cinco sítios cadastrados, Piracicaba apresenta a maior relação entre Geossítios e Sítios da Geodiversidade, com 80% dos sítios classificados como Geossítios. Os demais valores são Charqueada 50%; Rio Claro 48%; Analândia 47%; Ipeúna 47%; Corumbataí 36%; Santa Gertrudes 33%, e Itirapina 31%.

Em relação à distribuição por categoria temática (Gráfico 8), todas as categorias apresentaram sítios classificados como Geossítios e Sítios da Geodiversidade, com exceção da categoria Geologia Estrutural e Tectonismo que apresentou apenas Geossítios.

**Gráfico 8** - Distribuição dos sítios de interesse geológico quanto à relevância e à categoria temática



Fonte: Elaborado pelo autor

A proporção de Geossítios para Sítios de Interesse Geológico em cada categoria é: Geologia Estrutural e Tectonismo 90%; Paleontologia 74%; Geologia do Quaternário e Geotecnia 62%; Estratigrafia e Rochas Sedimentares 59%; Magmatismo Serra Geral 56%; Museus e Coleções 50%; Cavidades Naturais 43%; Cuestas e Morros Testemunhos 31%, e Arqueologia 26%.

De forma geral, as categorias com baixo número de sítios inventariados tendem a ter mais sítios classificados como de relevância científica, uma vez que a baixa ocorrência de sítios contribui para que os existentes sejam únicos e possuam maior valor. De forma análoga, nas categorias com mais sítios inventariados, como Arqueologia, Cavidades Naturais, e Cuestas e Morros Testemunhos, apenas os sítios mais relevantes foram classificados como geossítios.

As categorias Paleontologia, e Estratigrafia e Rochas Sedimentares possuem destaque por conterem importantes sítios-chave para a compreensão dos paleoambientes e da evolução geológica da Bacia do Paraná. Estes aspectos são frequentemente mais valorizados por geocientistas, gerando maior interesse e volume de pesquisas, resultando em alto número de sítios destas categorias classificados como geossítios de alta relevância.

### 5.2.2 Uso Potencial Prioritário

O Uso Potencial Prioritário dos sítios de interesse geológico é definido pelo elemento de maior valor presente no sítio, com prioridade para o uso científico. Desta forma, ao passo que geossítios possuem o uso científico como prioritário, os sítios da geodiversidade podem ser subdivididos quanto ao uso potencial mais recomendado, a partir das características de cada sítio: educativo ou turístico. Apesar desta classificação estar baseada em características inerentes aos sítios, a observação indicou que diversos sítios inventariados já são de uso consagrado pela comunidade.

No caso do uso científico, foi identificado que diversas instituições brasileiras utilizam o patrimônio da região para atividades de pesquisa. É o caso de instituições como Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Geológico (IG), Petrobras, Museu Nacional, Instituto Federal (IF), universidades como Unesp, Unicamp, USP, UFMG, UFG, UFRRJ, entre outras, e grupos independentes como o Espeleó Grupo Rio Claro (EGRIC), Grupo de Estudos Ambientais da Serra do Mar (Gesmar) etc. No caso da Unesp, a diversidade de afloramentos de alta relevância estratigráfica e paleontológica na região de Rio Claro foi um dos motivos determinantes para a criação do curso de Geologia no município.

O uso educativo dos sítios de interesse geológico é realizado, principalmente, pelas universidades, mas também por instituições de ensino básico, em atividades de estudo do meio. Entre os locais mais visitados por escolas estão as minerações, as Unidades de Conservação e os museus. Já as visitas de turmas universitárias costumam passar por sítios que agreguem tanto valor educativo quanto científico.

Em relação ao uso turístico, três categorias se destacam. Na região abrangida pelos sítios da categoria Cuestas e Morros Testemunhos, são realizadas diversas atividades de trilhas (caminhada, corrida, *mountain bike*, *motocross*, jipe, gaiola) e escalada esportiva. Nos sítios relacionados aos recursos hídricos, como rios, praias fluviais e quedas d'água, as atividades de lazer são muito apreciadas pela população. Por fim, os sítios relacionados à categoria Museus e Coleções, também recebem diversas visitas de grupos voltados ao turismo pedagógico.

As atividades citadas são realizadas, principalmente, pela população dos municípios da região, mas também por pessoas de outros estados e até de outros países, no caso dos sítios de maior relevância. Os sítios com menor taxa de visitação são, em geral, aqueles com acesso mais difícil.

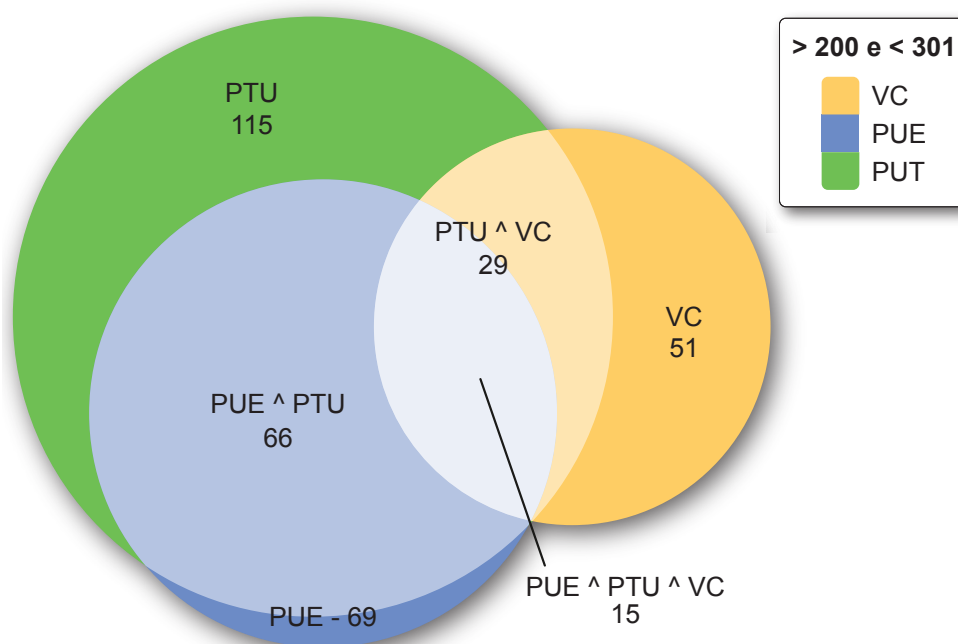
Apesar de intenso, o uso dos sítios de interesse geológico ainda é predominantemente informal e desordenado, gerando uma série de problemas, como o aumento do risco de degradação do patrimônio natural e perda da relevância científica, educativa e turística dos sítios.

Em diversos casos, nota-se que as atividades praticadas nos sítios de interesse

geológico agregam diferentes objetivos, dificultando a classificação em apenas um tipo de uso. Assim, para representar esta classificação, foram elaborados dois diagramas de Venn, apresentando a contagem de sítios de relevância média e alta para cada categoria de Uso Potencial Prioritário.

Dentre os valores de relevância média (Gráfico 9), predomina o potencial de uso turístico em 115 sítios. Destes, 66 também apresentam potencial médio de uso educativo e 29 apresentam potencial médio de uso científico, sendo que 15 sítios possuem potencial médio para os três tipos de uso.

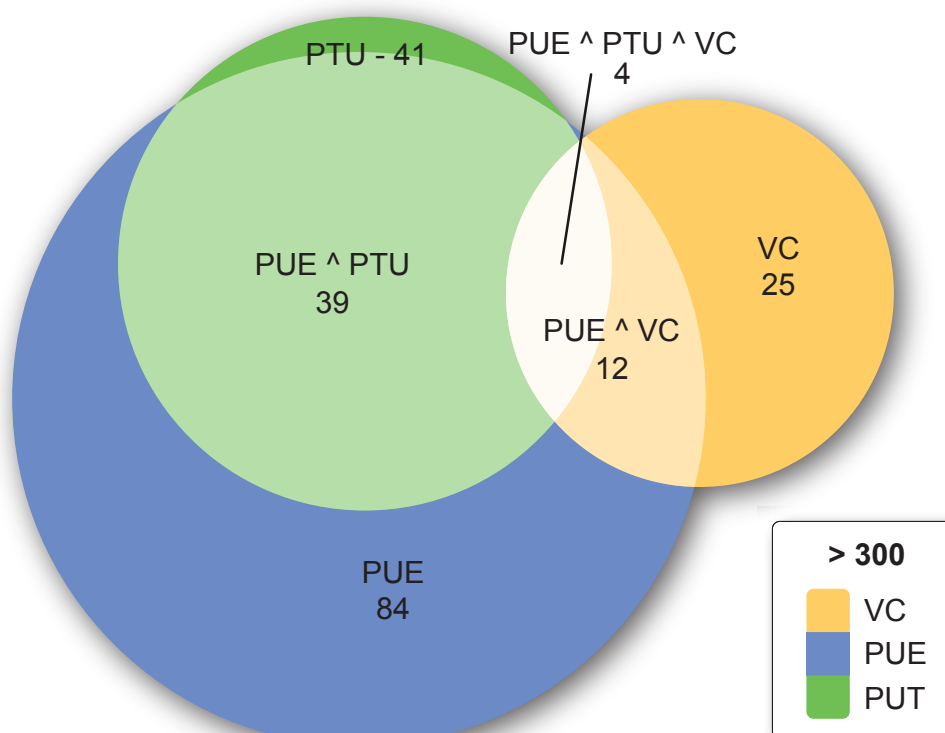
**Gráfico 9** - Diagrama de Venn para valores de VC, PEU e PTU dos sítios de interesse geológico com relevância entre 201 e 300



Fonte: Elaborado pelo autor

Para os valores de relevância alta (Gráfico 10), observa-se a situação inversa, com o predomínio do uso educativo em 84 sítios; dos quais 38 também apresentam elevado potencial de uso turístico; e 12 também apresentam elevado potencial de uso científico, sendo que 4 sítios possuem potencial alto para os três tipos de uso. São eles: Águas do Altarúgio, Parque de Assistência, Alto Estrutural de Pitanga e Afloramento Usina São Francisco.

**Gráfico 10** - Diagrama de Venn para os sítios de interesse geológico com relevância acima de 300



Fonte: Elaborado pelo autor

É importante ressaltar que, tendo o uso científico prioridade sobre os demais, sítios com elevado potencial de uso científico e turístico podem estar mais sujeitos à degradação, devido à visita informal.

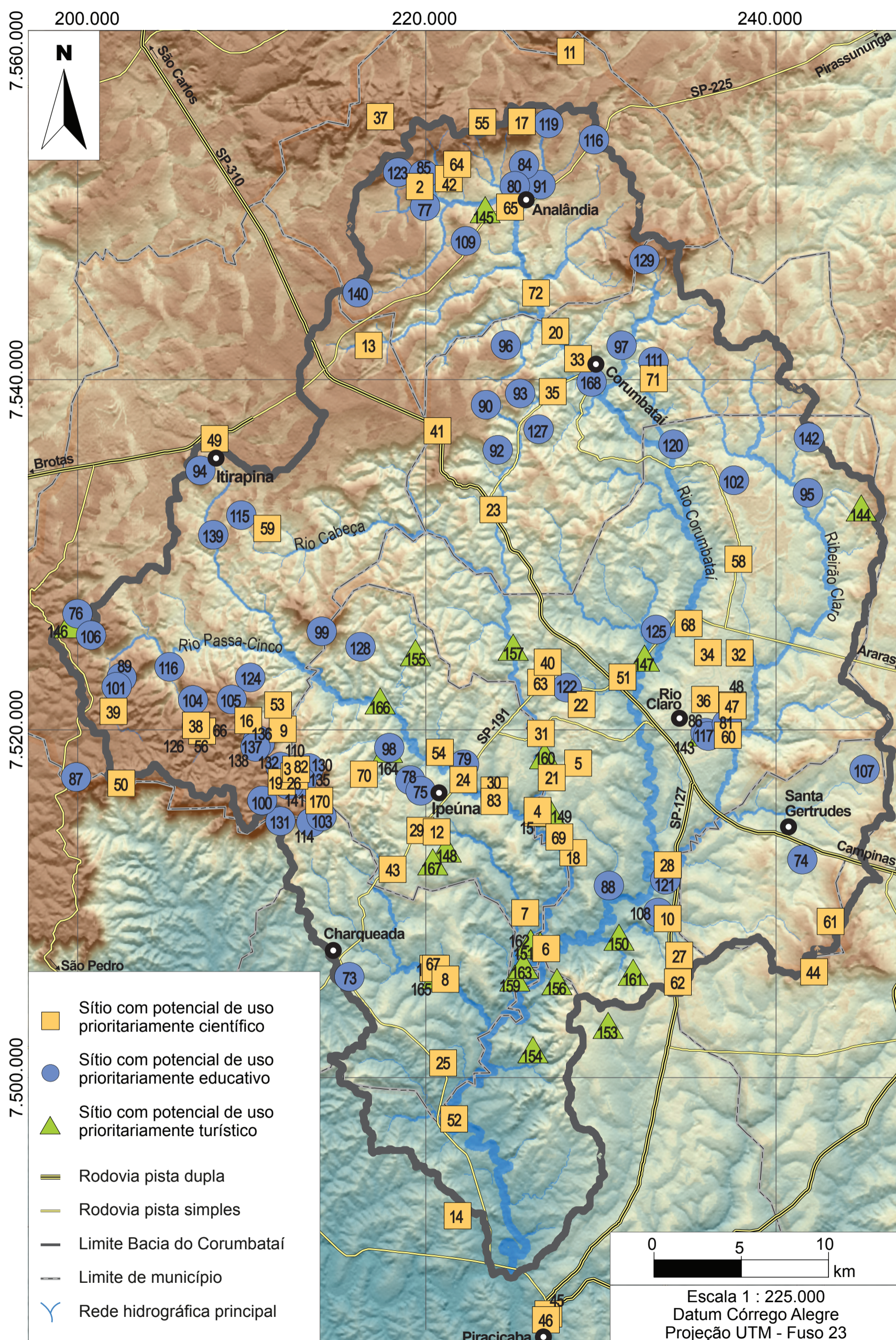
Assim, os mapas apresentados (Figuras 40 a 43) demonstram apenas o Uso Potencial Prioritário, como definido na seção de Materiais e Métodos. A Figura 40 apresenta o conjunto total de sítios de interesse geológico, classificados quanto ao Uso Potencial Prioritário.

A Figura 42 ilustra os sítios de Uso Científico Prioritário, classificados quanto à relevância.

A Figura 43 mostra os sítios de Uso Educativo Prioritário, classificados quanto à relevância.

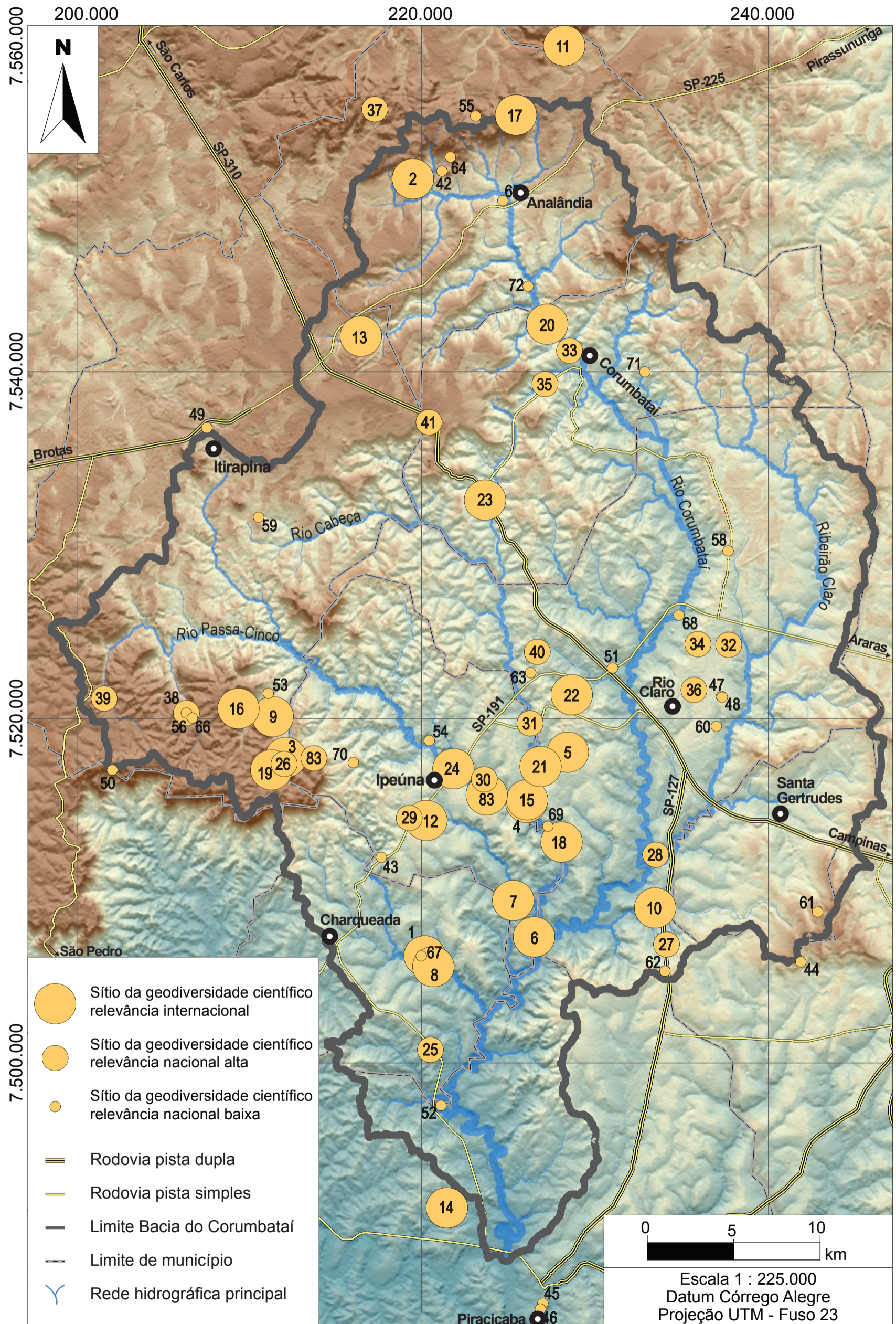
A Figura 44 exibe os sítios de Uso Turístico Prioritário, classificados quanto à relevância.

Figura 40 - Mapa de sítios de interesse geológico, classificados quanto ao uso potencial prioritário



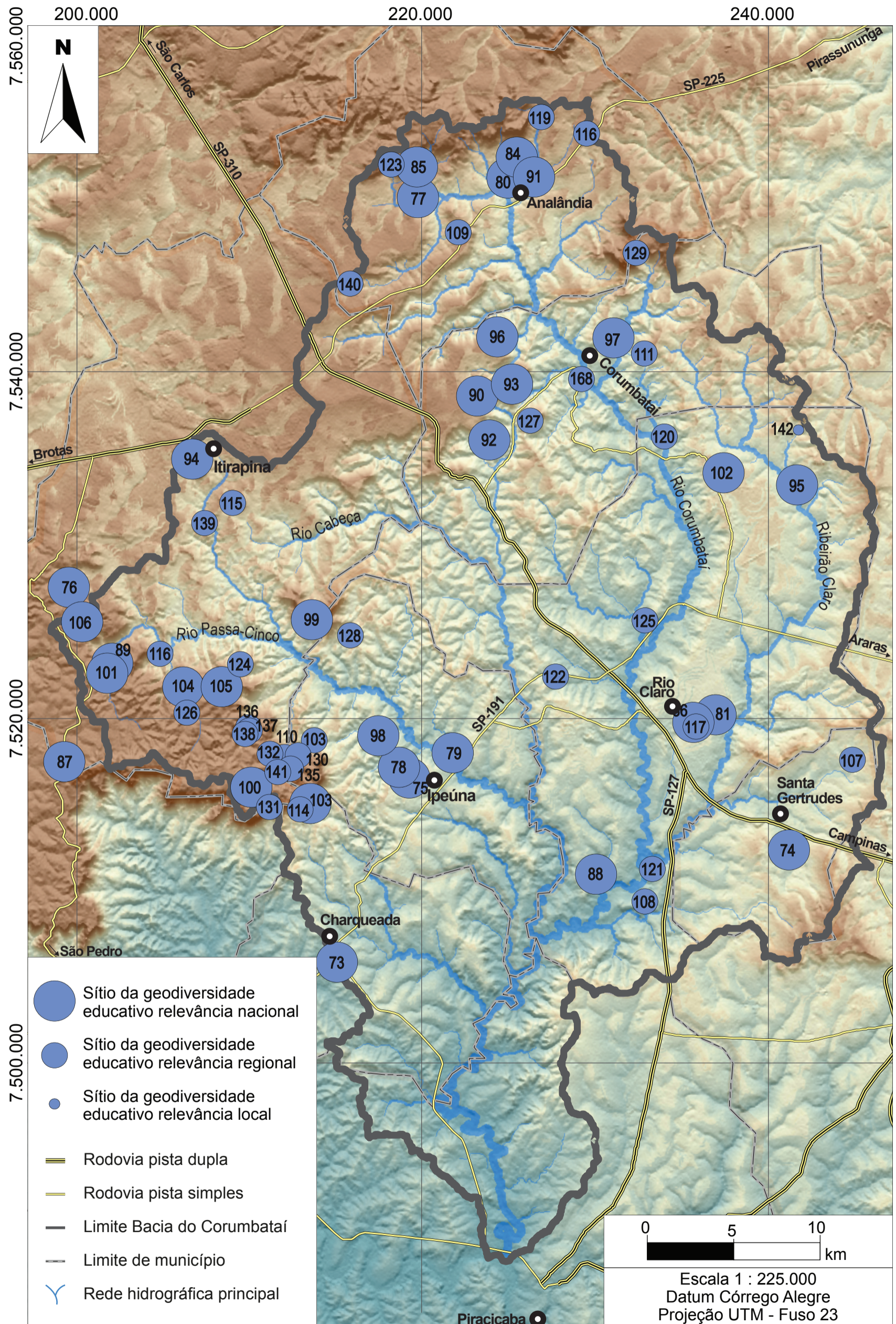
Fonte: Elaborado pelo autor, a partir da bibliografia e trabalhos de campo, com uso do método de Brilha (2016)

Figura 42 - Mapa de sítios de interesse geológico, de uso potencial prioritariamente científico, classificados quanto à relevância



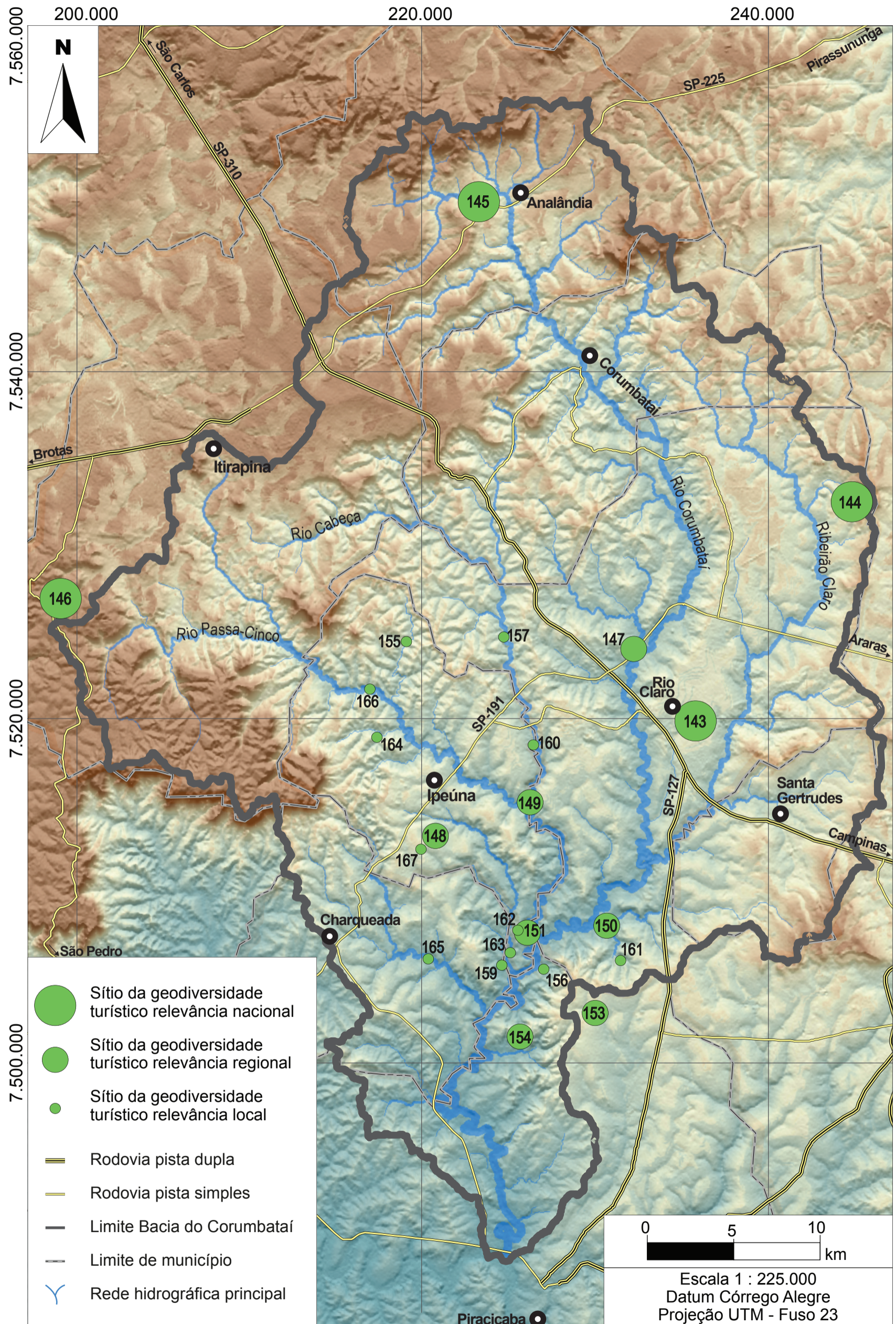
Fonte: Elaborado pelo autor, a partir da bibliografia e trabalhos de campo, com uso do método de Brilha (2016)

Figura 43 - Mapa de sítios de interesse geológico, de uso potencial prioritariamente educativo, classificados quanto à relevância



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir da bibliografia e trabalhos de campo, com uso do método de Brilha (2016)

Figura 44 - Mapa de sítios de interesse geológico, de uso potencial prioritariamente turístico, classificados quanto à relevância



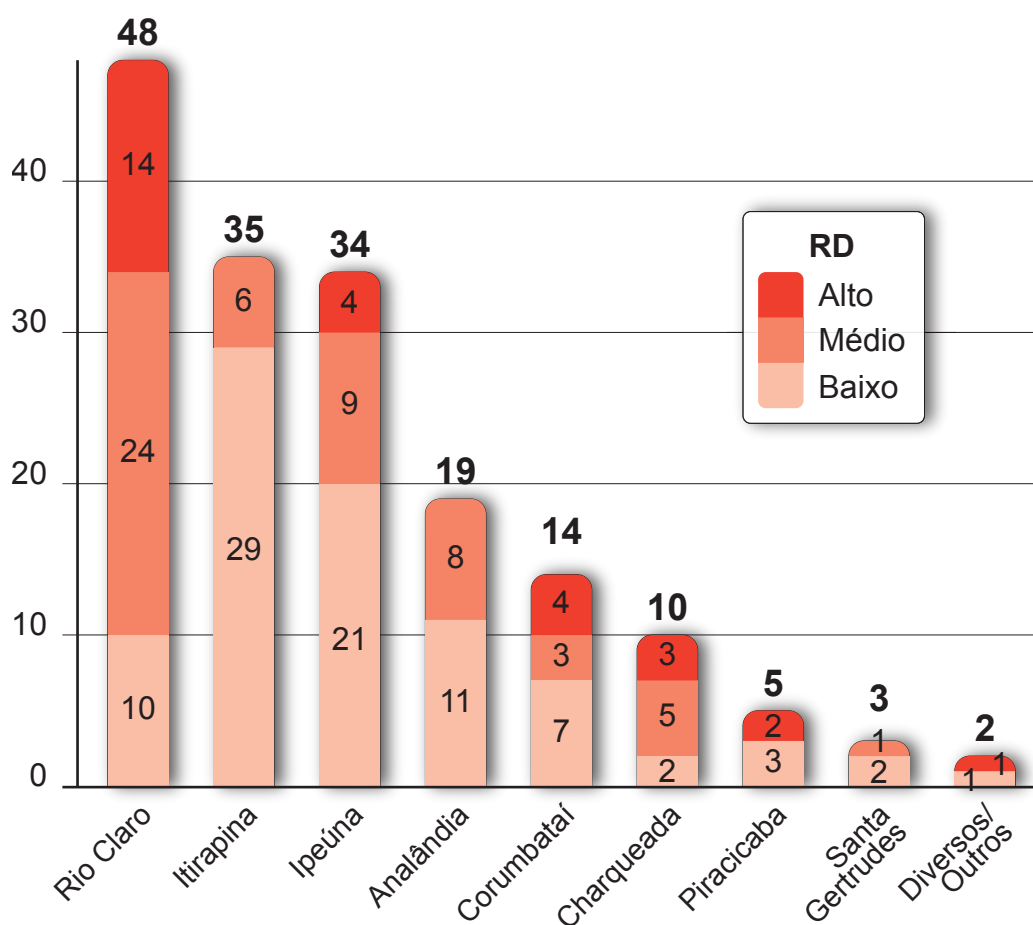
Fonte: Elaborado pelo autor, a partir da bibliografia e trabalhos de campo, com uso do método de Brilha (2016)

### 5.2.3 Risco de Degradação

Os sítios de interesse geológico foram classificados quanto ao risco de degradação e são apresentados conforme a distribuição por município (Gráfico 11).

A quantificação do risco de degradação revelou a existência de 28 sítios com alto risco de degradação, 56 sítios com médio risco de degradação e 86 sítios com baixo risco de degradação.

**Gráfico 11** - Sítios de interesse geológico, classificados por risco de degradação e município

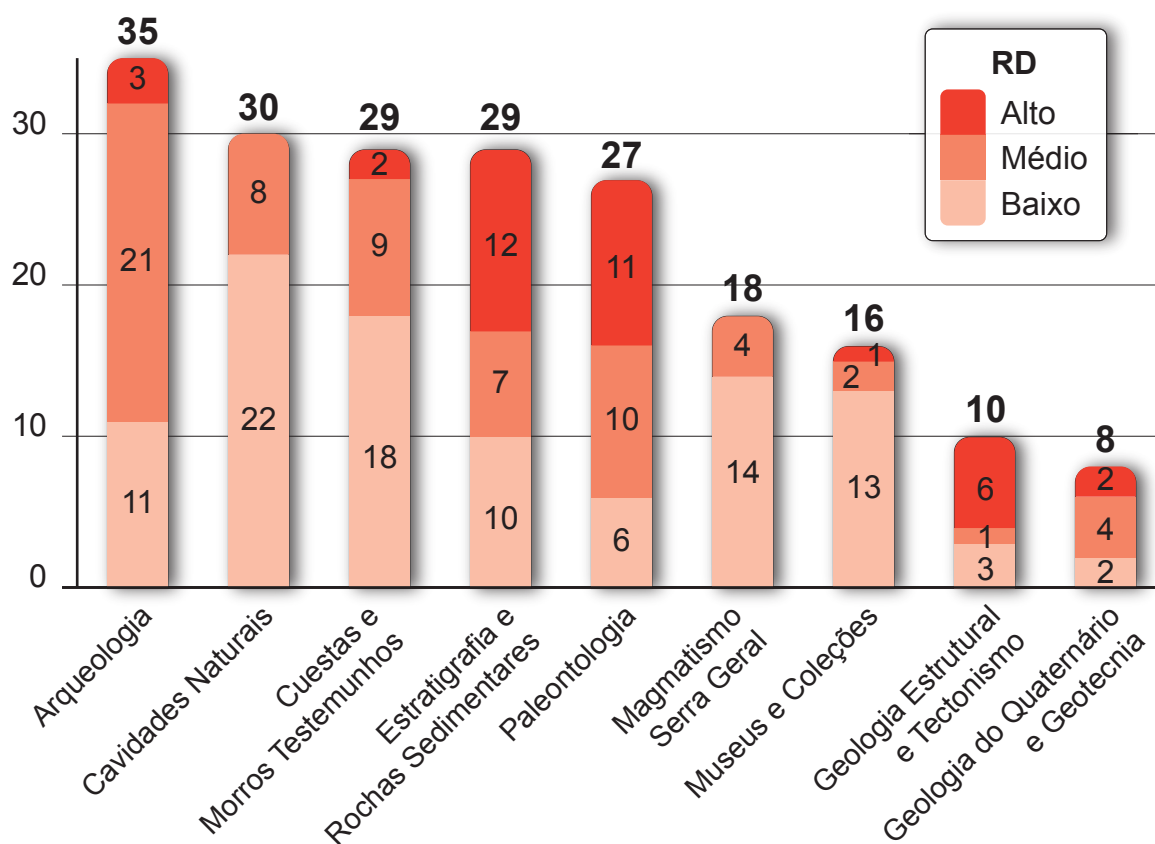


Fonte: Elaborado pelo autor

Rio Claro é o município com o maior número absoluto de sítios em elevado risco de degradação (14 sítios), enquanto Piracicaba exibe a maior proporção de sítios com alto risco de degradação (40%). Itirapina é o município com o maior número absoluto e proporcional de sítios com baixo risco de degradação e, assim como Analândia e Santa Gertrudes, não apresenta sítios com alto risco de degradação.

O Gráfico 12 apresenta os sítios de interesse geológico, classificados quanto ao risco de degradação, conforme a distribuição por categoria temática.

**Gráfico 12** - Sítios de interesse geológico, classificados por risco de degradação e categoria temática



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação às categorias temáticas, Geologia Estrutural e Tectonismo, Estratigrafia e Rochas Sedimentares e Paleontologia apresentam os maiores valores absolutos e proporcionais de sítios com alto risco de degradação. Este resultado pode ser interpretado como reflexo da elevada fragilidade intrínseca destes sítios, ameaçados por fatores como intemperismo e erosão.

Por outro lado, as categorias Cavidades Naturais, Magmatismo Serra Geral, e Museus e Coleções não apresentaram sítios classificados como de alto risco de degradação.

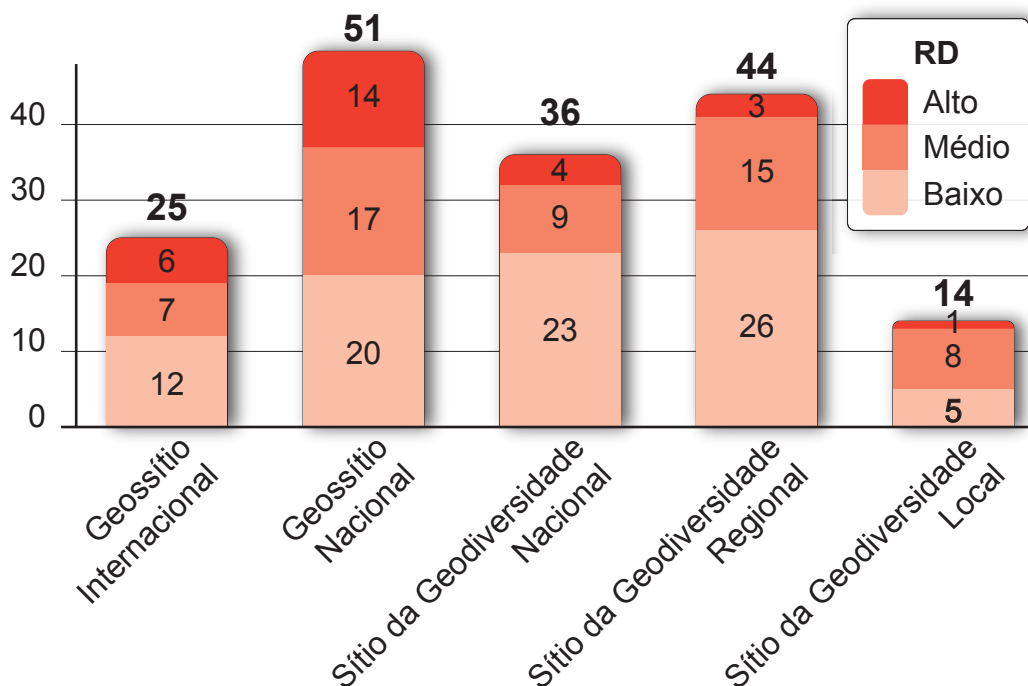
As cavidades naturais, como um todo, apresentam, frequentemente, baixo risco de degradação, devido ao difícil acesso e às amplas dimensões, que tornam pouco provável a degradação da cavidade. Por outro lado, é importante ressaltar que elementos como espeleotemas e estruturas sedimentares, podem ser facilmente degradados em face da visita desordenada.

A categoria Magmatismo Serra Geral apresentou baixos índices de risco de degradação, devido à resistência intrínseca do diabásio e do basalto. É possível traçar um paralelo entre a alta resistência física das rochas básicas com aspectos geomorfológicos dos sítios desta categoria, fator que contribui para elevar a relevância

destes sítios.

O Gráfico 13 apresenta os sítios de interesse geológico, classificados quanto ao risco de degradação, conforme a distribuição por relevância.

**Gráfico 13** - Sítios de interesse geológico, classificados por risco de degradação e relevância



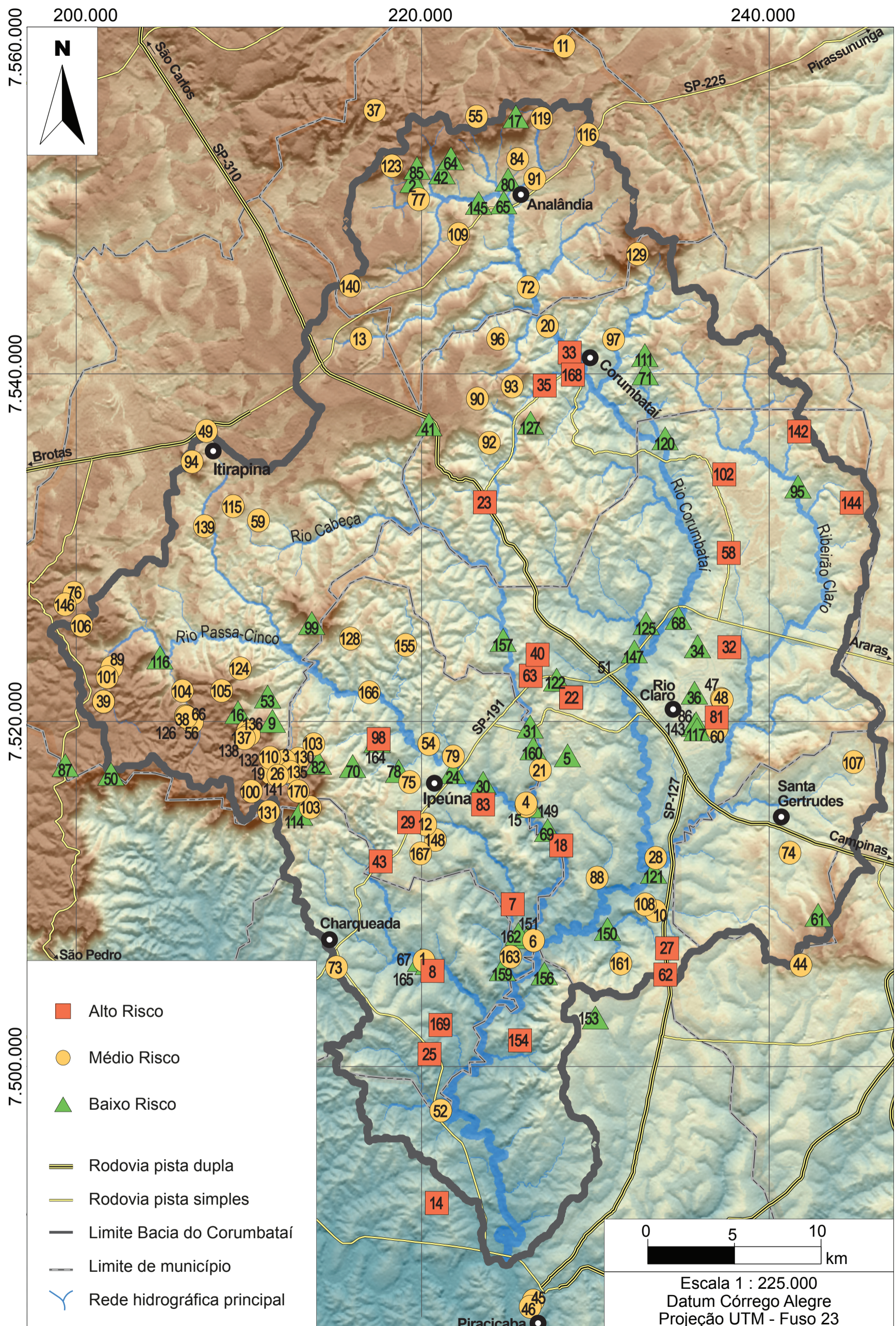
Fonte: Elaborado pelo autor

Entre as classes de relevância, os Geossítios de Relevância Nacional apresentaram o maior número absoluto e proporcional de sítios com elevado risco de degradação (14 sítios, 27%), seguidos pela classe Geossítios de Relevância Internacional (6 sítios, 24%).

Do total de 76 geossítios, 44 apresentam médio a elevado risco de degradação, representando 58%. Já, entre os sítios da geodiversidade, 40 apresentaram médio a elevado risco de degradação de um total de 94 ou 43%. Apenas 51% dos 170 sítios inventariados foram classificados como de baixo risco de degradação. Este resultado demonstra a alta vulnerabilidade destes sítios, indicando a importância da adoção de estratégias de proteção e conservação.

A Figura 45 apresenta o mapa com a distribuição espacial dos sítios de interesse geológico, classificados pelo risco de degradação. Os sítios de alto risco de degradação estão, predominantemente, concentrados em área da Depressão Periférica. Esta configuração está relacionada à ocorrência de unidades litoestratigráficas mais suscetíveis ao intemperismo e erosão, bem como à maior facilidade de acesso.

Figura 45 - Mapa dos sítios de interesse geológico, classificados quanto ao risco de degradação (RD)



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir da bibliografia e trabalhos de campo, com uso do método de Brilha (2016)

#### **5.2.4 Prioridade de Proteção e Prioridade de Uso**

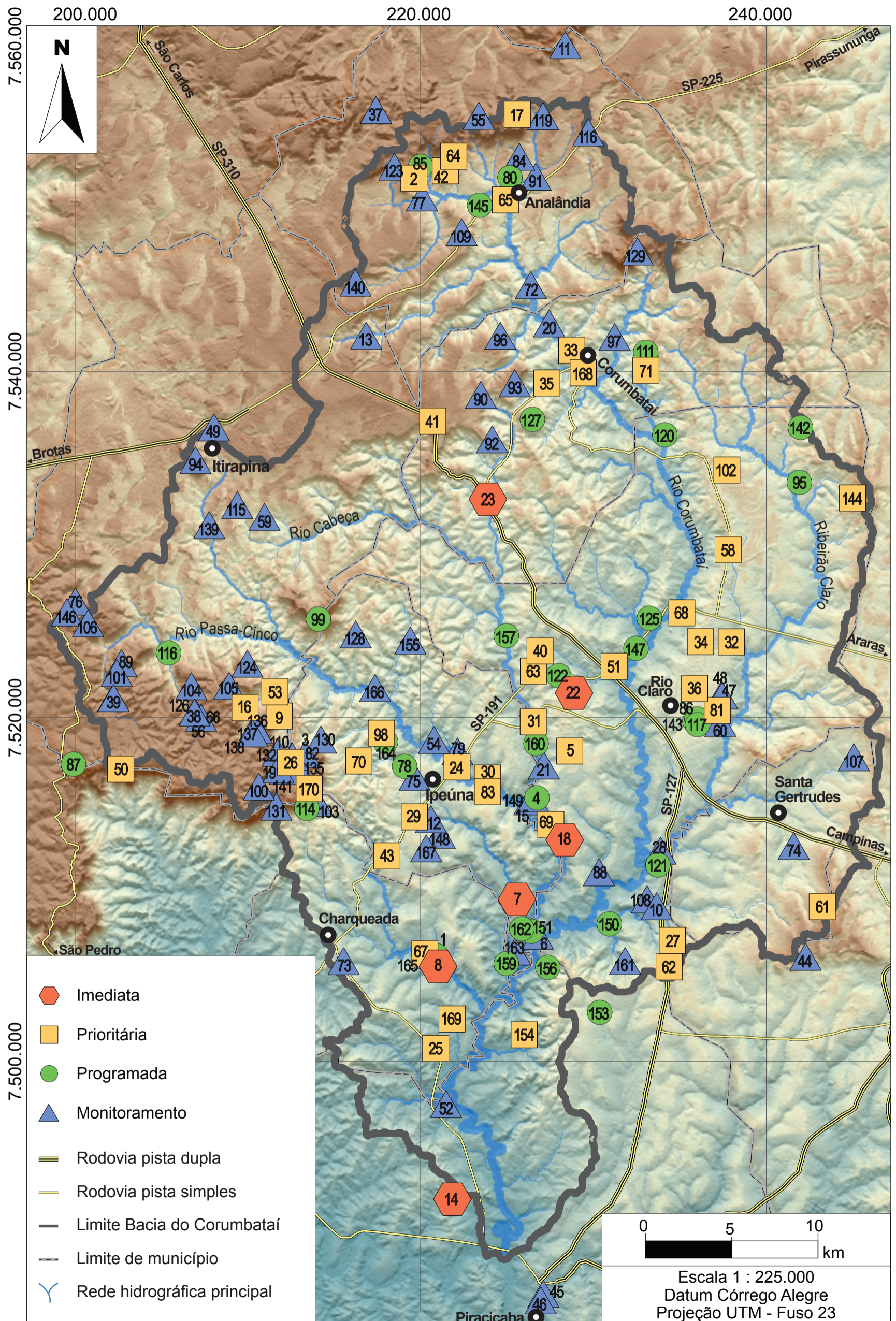
A classificação dos sítios inventariados quanto à prioridade de proteção pretendeu analisar a relevância dos sítios inventariados e o risco de degradação de forma integrada. Assim, os sítios classificados como prioridade de proteção máxima são aqueles considerados os mais relevantes e com maior risco de degradação. Os sítios classificados como prioridade de proteção alta ou programada apresentam valores elevados a intermediários de risco e relevância. Já os classificados como sítios de acompanhamento são aqueles com risco de degradação baixo, independente da relevância. Esta classificação visa racionalizar a aplicação de recursos na gestão dos sítios de interesse geológico, direcionando os esforços e investimentos prioritariamente aos sítios que mais se beneficiarão das ações de proteção.

De forma complementar, a classificação de prioridade de uso indica os sítios mais propícios ao desenvolvimento de estratégias voltadas ao uso sustentável. Apesar do baixo risco de degradação dos sítios classificados com alta prioridade de uso, estes também devem passar por etapas de classificação e proteção. É fundamental que antes de utilizar os sítios em atividades diversas, sejam elaborados planos de manejo, gestão e/ou uso. Além disso, os locais devem possuir as devidas licenças ambientais para receberem atividades educativas e turísticas. Deste modo, após passarem pelas etapas de classificação e proteção, os sítios estarão aptos a passar por ações de valorização e divulgação.

No caso de sítios indicados ao uso científico, admite-se possível o uso em atividades de pesquisa que não sejam invasivas. Em todos os casos, é necessário atuar segundo os princípios da geoética nas atividades envolvendo elementos da geodiversidade.

A Figura 46 apresenta o mapa dos sítios inventariados, classificados quanto à prioridade de proteção.

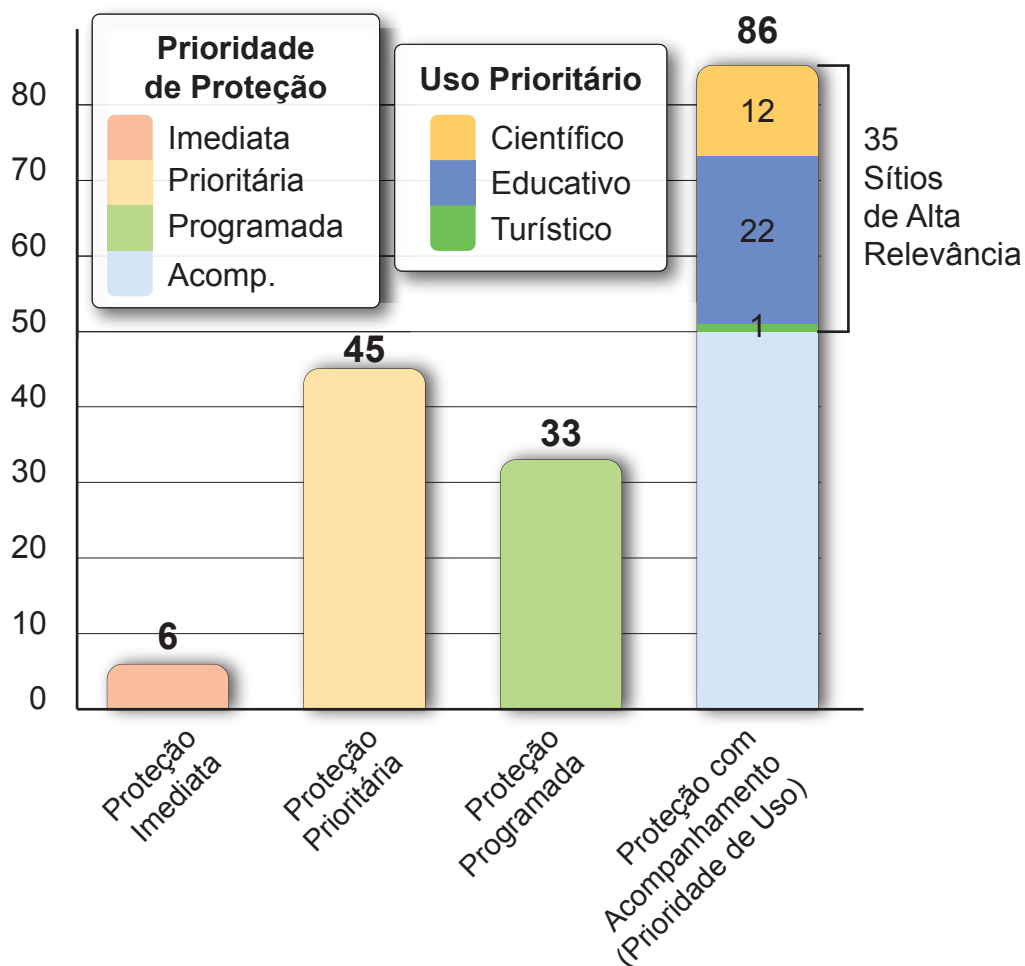
Figura 46 - Mapa de sítios de interesse geológico, classificados quanto à prioridade de proteção



Fonte: Elaborado pelo autor

A classificação dos sítios em prioridade de proteção e uso (Gráfico 14) resultou em 30% dos sítios inventariados com *status* de proteção máxima ou alta.

**Gráfico 14** - Sítios de interesse geológico, classificados quanto à prioridade de proteção



Fonte: Elaborado pelo autor

A classe proteção máxima, detalhada no Quadro 9, apresenta seis sítios, com predomínio das categorias temáticas Estratigrafia e Rochas Sedimentares, e Paleontologia.

**Quadro 9** - Geossítios com *status* de proteção máxima

#	Nome	Município	Categoria Temática
7	Alto Estrutural de Pitanga	Charqueada/Ipeúna/Piracicaba/Rio Claro	Estratigrafia e Rochas Sedimentares Geologia Estrutural e Tectonismo Paleontologia
8	Afloramento Usina São Francisco	Charqueada	Estratigrafia e Rochas Sedimentares Paleontologia
14	Fósseis vegetais da Formação Corumbataí	Piracicaba	Paleontologia
18	<i>Clarkecaris</i> do Taquaral	Rio Claro	Paleontologia
22	Seção da Ferrovia de Batovi	Rio Claro	Estratigrafia e Rochas Sedimentares Paleontologia
23	Formação Piramboia da Fazenda Santana de Baixo	Corumbataí	Estratigrafia e Rochas Sedimentares Paleontologia

Fonte: Elaborado pelo autor

A maior parte dos sítios (86 ou 51% do total) foi classificada como proteção com acompanhamento. Destes, 35 ou 21% do total de sítios inventariados são de alta relevância científica e/ou potencial de uso, ou seja, os mais propícios e relevantes para receberem atividades científicas, educativas ou turísticas. Estes sítios são detalhados no Quadro 10.

Todos os municípios, com exceção de Piracicaba, apresentam sítios classificados como de alta prioridade de uso e alta relevância. Entre estes, as categorias temáticas encontram-se bem representadas, com ausência de três categorias: Cuestas e Morros Testemunhos, Geologia do Quaternário e Geotecnia, e Museus e Coleções. Entre os sítios da geodiversidade de alta prioridade de uso e alta relevância, a diversidade de categorias representadas é menor, com predominância das categorias Cuestas e Morros Testemunhos, Magmatismo Serra Geral, e Museus e Coleções.

**Quadro 10** - Sítios de interesse geológico com alta prioridade de uso

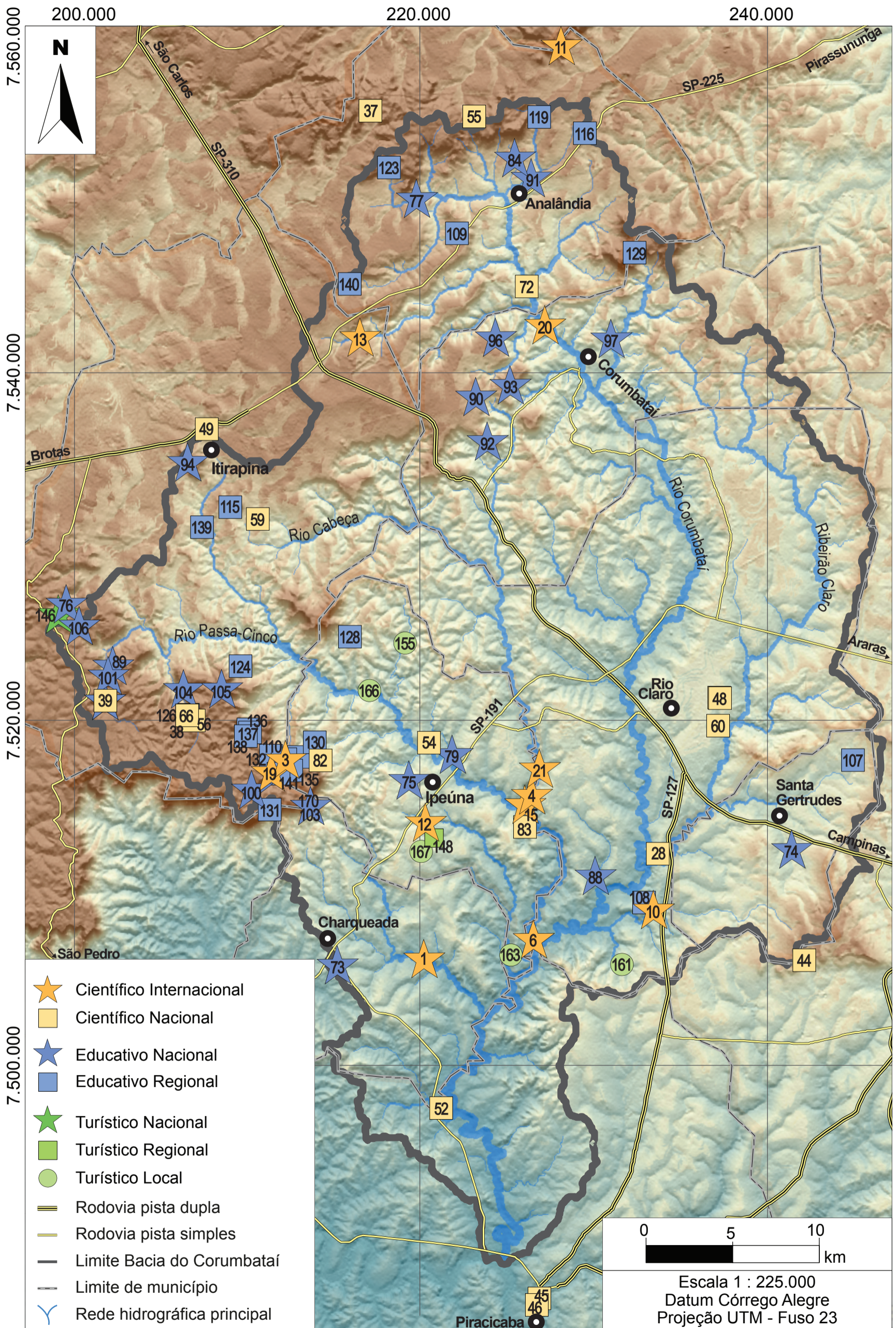
#	Nome	Município	Categoria Temática
<b>Geossítios de Relevância Internacional</b>			
1	Estromatólitos da Formação Irati	Charqueada	Estratigrafia e Rochas Sedimentares Paleontologia
3	Gruta do Fóssil	Ipeúna	Cavidades Naturais
4	Águas do Altarúgio	Ipeúna	Magmatismo Serra Geral Geologia Estrutural e Tectonismo
6	Confluência dos Rios Corumbataí e Passa-Cinco	Rio Claro	Magmatismo Serra Geral Geologia Estrutural e Tectonismo
10	Irati de Assistência	Rio Claro	Paleontologia
11	Abrigo do Alvo	Analândia	Arqueologia Cavidades Naturais
12	Tripoli da Granja Mondini	Ipeúna	Estratigrafia e Rochas Sedimentares
13	Caverna da Toca	Itirapina	Cavidades Naturais
15	Complexo Arqueológico Alice Boer	Ipeúna	Arqueologia
19	Caverna Abrigo da Glória	Ipeúna	Arqueologia Cavidades Naturais
20	Estreito do Rio Corumbataí	Corumbataí	Magmatismo Serra Geral Geologia Estrutural e Tectonismo
21	Afloramento Sítio Santa Maria	Rio Claro	Estratigrafia e Rochas Sedimentares Paleontologia
<b>Sítios da Geodiversidade de Relevância Nacional</b>			
73	Ecologic Park	Charqueada	Museus e Coleções
74	Fazenda Santa Gertrudes	Santa Gertrudes	Museus e Coleções
75	Museu de Ipeúna	Ipeúna	Museus e Coleções
76	Cachoeira de Itaqueri	Itirapina	Cuestas e Morros Testemunhos
77	Cachoeira do Escorrega	Analândia	Magmatismo Serra Geral
79	Cachoeira Camping do Nenê	Ipeúna	Magmatismo Serra Geral

#	Nome	Município	Categoria Temática
84	Fonte da Saúde	Analândia	Geologia do Quaternário e Geotecnia
88	Cachoeira Paraíso	Rio Claro	Magmatismo Serra Geral
89	Cachoeira da Palmeira	Itirapina	Magmatismo Serra Geral
90	Casarões de Corumbataí	Corumbataí	Museus e Coleções
91	Cachoeira Ponte Amarela	Analândia	Museus e Coleções
92	Rampas Avolpi N-S	Corumbataí	Cuestas e Morros Testemunhos
93	Rampa Avolpi E	Corumbataí	Cuestas e Morros Testemunhos
94	Morro do Baú	Itirapina	Cuestas e Morros Testemunhos
96	Mirante do Jequitibá Gigante	Corumbataí	Cuestas e Morros Testemunhos
97	Cachoeira do Roncador	Corumbataí	Magmatismo Serra Geral
100	Cachoeira da Lapa	Itirapina	Magmatismo Serra Geral
101	Cachoeira da Borboleta	Itirapina	Magmatismo Serra Geral
103	Rampa de Vôo da Fazendão	Ipeúna	Cuestas e Morros Testemunhos
104	Trilha do Lisinho	Itirapina	Estratigrafia e Rochas Sedimentares
105	Trilha Véia do Queijo	Itirapina	Estratigrafia e Rochas Sedimentares
106	Trilha do Anzol	Itirapina	Estratigrafia e Rochas Sedimentares
146	Itaqueri da Serra	Itirapina	Museus e Coleções

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 47 apresenta os 37 sítios inventariados, classificados como de alta prioridade de uso para todas as classes de relevância.

Figura 47 - Mapa de sítios de interesse geológico com alto potencial de uso, classificados quanto à relevância



Fonte: Elaborado pelo autor

### **5.3 Valorização**

Os dados obtidos nas etapas de inventariação e quantificação do geopatrimônio levaram à confecção de materiais interpretativos, os quais compõem uma das vertentes de valorização dos sítios de interesse geológico. Serão apresentados quatro materiais, descritos a seguir.

#### **5.3.1 Guia de Campo**

O guia de campo foi elaborado como material interpretativo bilíngue, para uma excursão envolvendo aspectos didáticos, geoturísticos e científicos, por ocasião da VIII Conferência Internacional de Educação em Geociências (GeoSciEd), realizada durante o mês de julho de 2018 nas dependências da Unicamp, campus de Barão Geraldo, em Campinas - SP.

A saída de campo à região do Projeto Geoparque Corumbataí foi um dos roteiros disponibilizados aos participantes do evento, com visita a dois sítios de interesse geológico no município de Rio Claro e três em Analândia. O guia confeccionado contém um mapa e seção estratigráfica, além de descrições e esquemas dos cinco pontos visitados (APÊNDICE E).

#### **5.3.2 Painel Interpretativo**

Foi confeccionado um painel interpretativo do geossítio “Mirante da Serra do Fazendão”, selecionado em face de vários atributos: potencial de uso educativo alto (PUE = 320); potencial de uso turístico alto (PTU = 305); valor científico médio (VC = 220), e risco de degradação baixo (RD = 155). Tais atributos permitiram classificar o geossítio como de relevância nacional, com uso prioritário científico, prioridade de proteção para acompanhamento e prioritário para uso.

Apesar de classificado como sítio para uso prioritariamente científico, em face do valor científico maior que 200, o sítio apresenta potenciais de uso educativo e turístico acima de 300. Além disso, o local possui utilização para fins educativos e turísticos já consagrado e apresenta baixo risco de degradação. Dessa forma, optou-se por confeccionar o painel voltado ao público geral

O painel apresenta uma representação esquemática da vista a partir do mirante, com a identificação dos morros testemunhos e da frente de cuestas. Há também uma representação dos processos de formação da paisagem ao longo do tempo, incluindo os tipos de rocha presentes, condições de formação e valor funcional (APÊNDICE F).

### **5.3.3 Mapa de Situação**

O mapa de situação foi elaborado como material interpretativo para as atividades de campo dos ingressantes do curso de Geologia da Unesp de Rio Claro. Tradicionalmente, no início do ano letivo, os ingressantes participam da primeira saída de campo do curso, quando visitam os geossítios “Seção da Serra do Fazendão”, “Gruta do Fazendão” e “Mirante da Serra do Fazendão”.

O material proposto é constituído pelos mapas de situação no estado de São Paulo e altimétrico da região de Rio Claro, Ipeúna e Charqueada; imagens de satélite; perfis topográficos de semidetalhe e detalhe das trilhas percorridas, e informações básicas de altimetria. O objetivo do material é apresentar a região aos ingressantes, ilustrando com os elementos cartográficos que serão utilizados no decorrer do curso de graduação em Geologia (APÊNDICE G).

### **5.3.4 Produção de vídeo**

Como proposta de material audiovisual, foi elaborado um filme educativo apresentando os diversos paleoambientes ilustrados pelo geopatrimônio da Bacia do Corumbataí: glacial, marinho, lacustre, fluvial, desértico e o magmatismo fissural. O vídeo também mostra uma imagem de satélite da Bacia do Corumbataí e fotografias de sítios de interesse geológicos de alta relevância (APÊNDICE C).

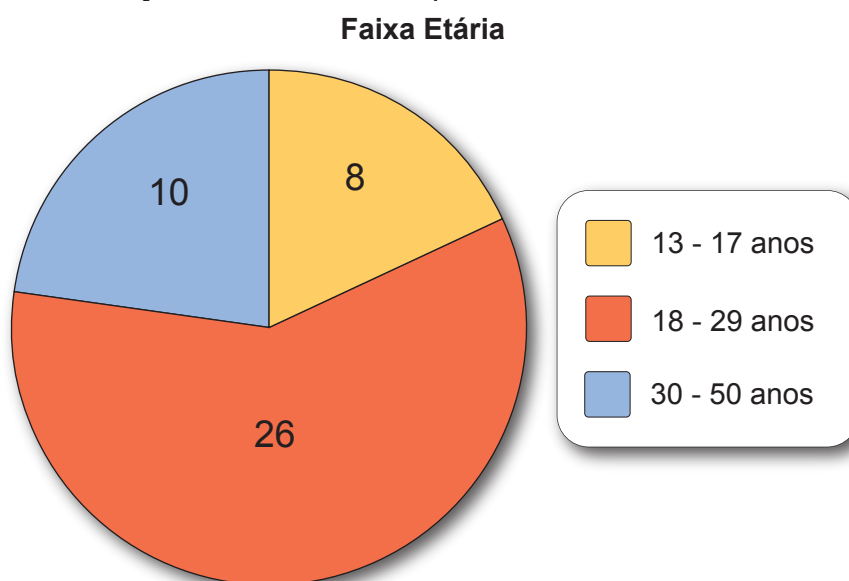
A obra é voltada para o público em geral, tem duração de 1 minuto e 15 segundos, está legendada em português, inglês e espanhol e disponível no canal do YouTube do Projeto Geoparque Corumbataí, com acesso em: <https://www.youtube.com/c/GeoparqueCorumbatai>.

### **5.3.5 Avaliação dos materiais interpretativos**

Conforme referido na metodologia (item 3.3.2), foi aplicado um questionário com questões predominantemente fechadas, que consta do APÊNDICE B, com o objetivo de avaliar a visita de campo. O questionário foi aplicado a 44 participantes de atividades promovidas ou acompanhadas pelo autor.

Os principais resultados da avaliação foram tabulados e dispostos em forma de gráficos, sendo destacadas as questões envolvendo faixa etária, nível de escolaridade, grau de conhecimento prévio e após as atividades de campo, e visibilidade e grau de satisfação com os materiais interpretativos (Gráficos 15 a 18).

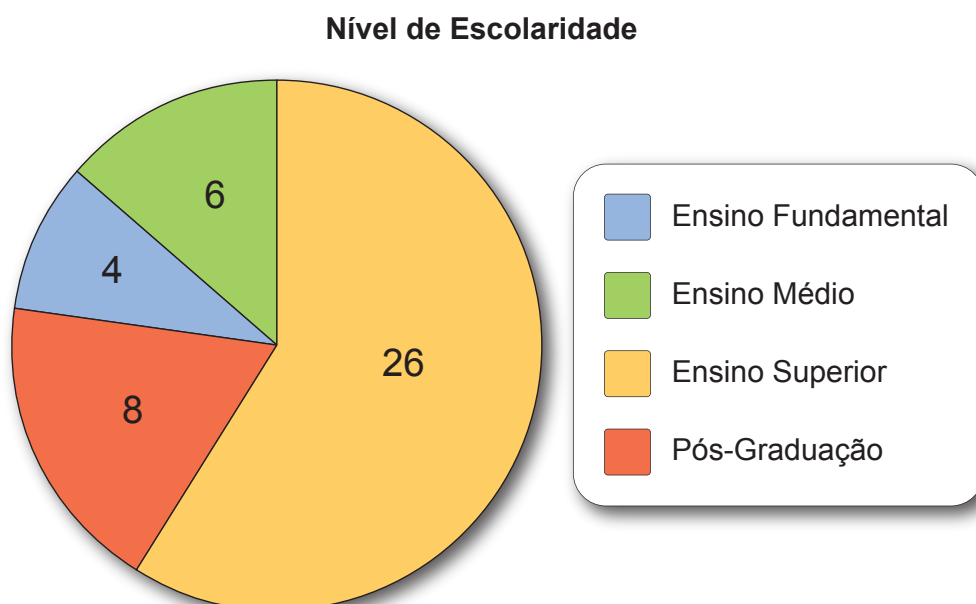
O Gráfico 15 apresenta a distribuição das idades do público que preencheu os questionários de avaliação.

**Gráfico 15** - Distribuição dos avaliadores por faixa etária

Fonte: Elaborado pelo autor

A maior parte dos participantes das atividades possui idade entre 18 e 29 anos.

O Gráfico 16 apresenta o nível de escolaridade dos respondentes.

**Gráfico 16** - Distribuição dos avaliadores por nível de escolaridade

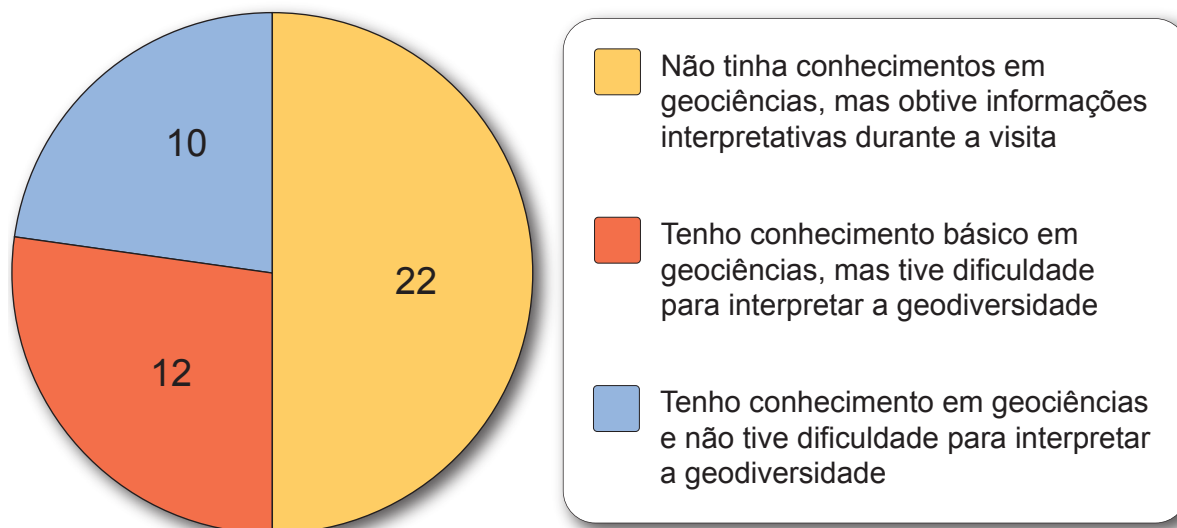
Fonte: Elaborado pelo autor

Na maioria, os participantes das atividades possuem alto grau de escolaridade, sendo mais de 75% com ensino superior em andamento ou completo.

O Gráfico 17 mostra a relação entre o conhecimento em geociências antes e após a realização das atividades.

**Gráfico 17** - Grau de conhecimento prévio e após as atividades de campo

**Você tinha conhecimentos prévios sobre geociências?  
Como foi sua experiência na interpretação da geodiversidade?**

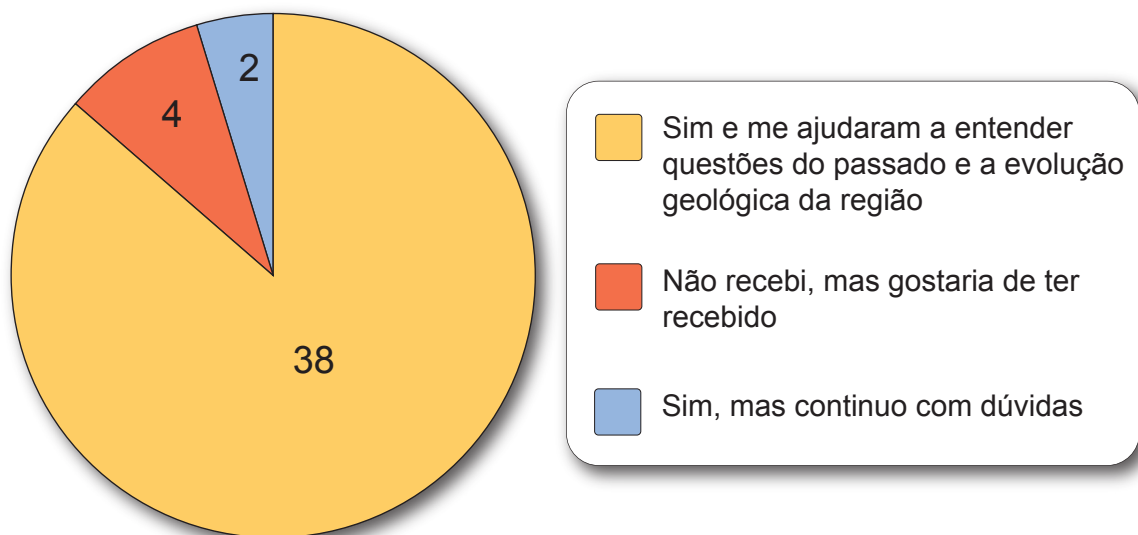


Fonte: Elaborado pelo autor

Metade dos participantes não tinha conhecimentos prévios em geociências, porém as atividades serviram como fonte de informações. A outra metade tinha conhecimentos em geociências, entretanto, 23% teve dificuldades na interpretação da geodiversidade.

O Gráfico 18 apresenta a avaliação do acesso e grau de satisfação com os materiais interpretativos disponibilizados.

**Gráfico 18** - Visibilidade e grau de satisfação com os materiais interpretativos  
**Você recebeu materiais e/ou informações interpretativas?**



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com as respostas, 91% dos participantes tiveram contato com os materiais interpretativos. Destes, apenas 5% se mostraram insatisfeitos com as informações obtidas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalização da pesquisa foi possível confirmar que a Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí constitui uma área de significativa geodiversidade no contexto da Bacia Sedimentar do Paraná no estado de São Paulo.

O registro sedimentar local se destaca pela privilegiada representatividade da sequência estratigráfica, em nível estadual, da Bacia do Paraná, incluindo afloramentos do estratótipo do Membro Assistência da Formação Irati, uma camada-guia de valor internacional para o paleocontinente Gondwana.

Em relação à paleontologia, a área de estudo apresenta registro fóssil diversificado e bem estudado, com representatividade temporal do Período Carbonífero ao Neógeno, permitindo amplas e relevantes interpretações paleogeográficas e paleoambientais. Pode-se citar o exemplo dos fósseis de répteis da família Mesosauridae, na Formação Irati, que foram estudados por Du Toit em 1927, fornecendo evidências para embasar a Teoria da Deriva Continental, garantindo a aceitação pela comunidade acadêmica internacional.

Geomorfologicamente, a situação da área de estudo, no encontro de duas províncias geomorfológicas, expõe variadas formas de relevo, desde as áreas baixas e aplainadas da Depressão Periférica, aos planaltos, escarpas e morros testemunhos das Cuestas Basálticas, região que revela uma importante província espeleológica. O tectonismo, por sua vez, atuou de forma contínua na região, influenciando os ciclos de erosão, deposição sedimentar e atividade vulcânica, e a origem e a evolução da rede de drenagem, modelando as formas de relevo.

Neste contexto, a geodiversidade da Bacia do Corumbataí pode ser compreendida como a base sobre a qual a biodiversidade evoluiu, incluindo o desenvolvimento das sociedades e culturas humanas, a partir da passagem do Pleistoceno para o Holoceno. Desde os primeiros caminhos e assentamentos pelos povos pré-colombianos até a atualidade, a diversidade e a abundância de recursos minerais têm garantido a continuidade da sociedade e assim deverá continuar, caso o patrimônio natural seja utilizado de forma sustentável.

As etapas de inventariação e quantificação dos sítios mais expressivos da geodiversidade da Bacia do Corumbataí permitiram identificar 170 sítios de interesse geológico, classificados em nove categorias temáticas. Do total, 76 foram considerados geossítios e 94 incluídos como sítios da geodiversidade. Foram destacados 25 geossítios com valor científico de relevância internacional e 71 sítios de interesse geológico com elevado potencial de uso educativo e/ou turístico em âmbito nacional.

Os resultados obtidos corroboram a hipótese de que a região da Bacia do Corumbataí é dotada de variados elementos do geopatrimônio de alta relevância e justificam, assim, o desenvolvimento de uma estratégia de Geoparque no local.

Por outro lado, a análise dos riscos de degradação do geopatrimônio indicou elevado grau de vulnerabilidade e necessidade de cautela para promover o uso sustentável dos sítios inventariados. O levantamento apontou 51 locais na lista de prioridade para receber ações de proteção, dos quais seis sítios possuem valores muito elevados de relevância e risco de degradação, necessitando de ações de proteção imediatas.

Apesar de 86 sítios inventariados terem apresentado baixo risco de degradação, o uso turístico não é recomendado antes do desenvolvimento de instrumentos de gestão e licenciamento ambiental para tal fim. Mesmo os usos científico e educativo destes sítios devem ser controlados. É necessário que se estabeleça uma estratégia permanente de monitoramento para todos os sítios inventariados.

Em relação à metodologia adotada, verificou-se que as técnicas empregadas contribuíram adequadamente para alcançar os objetivos propostos. Apesar disso, fazem-se algumas observações relevantes para o aperfeiçoamento de futuros estudos.

Para a quantificação, foi observada limitação relacionada à prioridade do valor científico dos geossítios, em detrimento de outros usos, como observado no sítio “Elevador Turístico Alto do Mirante”. Outra limitação observada foi quanto à restrição dos sítios da geodiversidade à abrangência máxima de relevância nacional. Considerando que os Geoparques possuem a premissa de receber visitantes de todo o mundo, seria favorável a quantificação incorporar o potencial de uso educativo/turístico internacional para sítios da geodiversidade, ainda que o valor científico seja baixo.

Para futuros trabalhos de quantificação do geopatrimônio, podem ser colocadas as seguintes sugestões: a elaboração de uma metodologia adaptada às características ambientais e socioeconômicas da região de estudo e a utilização de técnicas qualitativas ou semiquantitativas de levantamento do geopatrimônio, uma vez que a análise quantitativa pode limitar as interpretações dos pesquisadores.

Por fim, espera-se que os resultados alcançados contribuam com o desenvolvimento sustentável da região da Bacia do Corumbataí, em especial em temas como: uso e ocupação do território, proteção do patrimônio natural e cultural, monitoramento e controle da degradação ambiental, recuperação ambiental, turismo e educação ambiental. Ao apresentar um panorama do geopatrimônio da Bacia do Corumbataí e fornecer um sistema de gerenciamento para a inventariação e quantificação dos sítios de interesse geológico, espera-se contribuir para a consolidação do Projeto Geoparque Corumbataí.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A Terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, [São Paulo, SP], v. 23, n. [38], p. 1956.
- ABH-PCJ. **Características climáticas**. [Piracicaba, SP], 2012. Site institucional. Disponível em: <http://www.agenciapcj.org.br/novo/informacoes-gerais-das-bacias.html>. Acesso em: 15 set 2016.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, [São Paulo, SP], v. 41, p.169-263. 1964.
- AMARAL, S. E. Geologia e petrologia da Formação Irati (Permiano) no estado de São Paulo. **Boletim de Instituto de Geociências e Astronomia**, [São Paulo, SP], v. 2, p. 3-81. 1971.
- ALMEIDA, F. F. M. Alguns problemas das relações geológicas entre o Cráton Amazônico e as faixas de dobramentos marginais a leste. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 2. 1986, Goiânia, GO. **Anais [...]**. Goiânia, GO: SBG, 1986.
- AMORIM, G. M. E.; EBERT, H. D.; HORST, R. Integração de informações geológicas para o geoturismo na bacia do Rio Corumbataí e sua divulgação na Web através do Mapserver. **Geociências**, Rio Claro, SP, v. 24, n. 3, p. 221-238, 2005.
- AMORIM, G. M. E. **Difusão de conhecimentos geocientíficos por meio de web-mapping: ensaio de aplicação temática com geoturismo em uma região da borda leste da Bacia do Paraná**. 2010. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2010.
- ANDREIS, R. R; CARVALHO, I. de S. A Formação Corumbataí (Permiano Superior-Triássico Inferior, Bacia do Paraná) na Pedreira Pau Preto, Município de Taguaí, São Paulo, Brasil: Análise Paleoambiental e das Pegadas Fósseis. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, RS, v. 2, p. 33-46 , 2001.
- ARAUJO, A. G. de M. A arqueologia da região de Rio Claro: Uma síntese. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, SP, n. 11, p. 125-140, 2001.
- ARAUJO, E. L. D. S. **Geoturismo: Conceptualização, Implementação e Exemplo de Aplicação ao Vale do Rio Douro no Sector Porto-Pinhão**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade do Minho, [Braga, Portugal], 2005.
- ARAUJO, A. G. de M. et al. The “Lagoa do Camargo 1” Paleoindian site: some implications for tropical geomorphology, pedology, and paleoenvironments in southeastern Brazil. **Geoarchaeology**, [Sewanee, Estados Unidos], p. 1-16, 2017.
- ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; MILANI, E. J. Seqüências tectono-sedimentares

mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Geology**, São Paulo, SP, v. 24, n. 2, p. 77-89, 1994.

ASSINE, M. L.; ZACHARIAS, A. A.; PERINOTTO, J. A. de J. Paleocorrentes, paleogeografia e sequências deposicionais da Formação Tatuí, centro-leste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, SP, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2003.

BARBOSA. O.; GOMES. F. A. Pesquisas de petróleo na Bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, RJ, n. 171, [40] p., 1958.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. et al. Pennsylvanian – Early cisuralian interglacial macrofloristic succession in Paraná Basin of the state of São Paulo. **Journal of South American Earth Sciences**, Cidade do México, México, v. 72, p. 351-374, 2016.

BERTULUCI, F. B. **Análise da vulnerabilidade à deterioração de geossítios na região da Bacia do Rio Corumbataí (SP)**. 2017. Monografia (Bacharelado em Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2017.

BERTULUCI, F. B. et al. Aplicação de estratégias de geoconservação em geossítio no município de Rio Claro (SP). *In*: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO. 2., 2017, Ponta Grossa, PR. **Anais** [...]. Ponta Grossa, PR: UEPG, 2017.

BJÖRNBERG, A. J. S.; LANDIM, P. M. B.; MEIRELLES FILHO, G. M. Restos de plantas modernas em níveis elevados na região de Rio Claro (SP). **Boletim Escola de Engenharia de São Carlos**, São Carlos, SP, v. 11, p. 37-57, 1964.

BJÖRNBERG, A. J. S.; LANDIM, P. M. B. Contribuição ao estudo da Formação Rio Claro (Neoceno-zóico). **Boletim Sociedade Brasileira Geologia**, São Paulo, SP, v. 15, n. 4, p. 43-67, 1966.

BRILHA, J. **Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga, Portugal: Palimage, 2005.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, Heidelberg, Alemanha, v. 8, n. 2, p. 119-134, 2016.

BRITO, C. M. S. D. **Estudo exploratório da distribuição espacial dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Corumbataí - São Paulo**. 2001. Dissertação. (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.

CAETANO-CHANG, M. R. **A formação Pirambóia no centro-oeste do estado de São Paulo**. 1997. Tese (Livre Docência em Estratigrafia e Sedimentação Eólica) -

Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1997.

CAETANO-CHANG, M. R.; WU, F. T. Arenitos flúvio-eólicos da porção superior da Formação Pirambóia no centro-leste paulista. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, SP, v. 36, n. 2, p. 296-304, 2006.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J. J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**, Salamanca, Espanha, v. 10, n. 1998, p. 1299-1303, 2008.

CEAPLA - CENTRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL. **Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbatai**. Rio Claro, SP, 2011. Atlas Ambiental. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlasv3/apresentacao.php>. Acesso em: 6 mar. 2018.

CEPAGRI - CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas**. Campinas, SP, 2019. Site institucional. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em: 24 out. 2018.

CHAHUD, A. **Geologia e paleontologia das formações Tatuí e Irati no centro-leste do estado de São Paulo**. 2011. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2011.

COLLET, G. C. Descrição de um processo destinado a estabilizar e a consolidar a superfície de um arenito friável sobre o qual estão gravados petroglifos pré-históricos. *In*: SIMPÓSIO MUNDIAL SOBRE ARTE RUPESTRE, 1., 1986, Havana, Cuba. **Anais** [...]. [Paris, França]: Unesco, 1986.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geodiversidade do Brasil: influência da geologia dos grandes geossistemas no uso e ocupação dos terrenos**. Brasília, DF: CPRM, 2006a. CD-ROM. Escala 1:2.500.000.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geodiversidade do Brasil: Legenda expandida**. Brasília, DF: CPRM, 2006b. CD-ROM. Escala 1:2.500.000.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geodiversidade do estado de São Paulo**. Brasília, DF: CPRM, 2009. CD-ROM. Escala 1:750.000.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Geoparques**. Brasília, DF, 2016. Site Institucional. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Projeto-Geoparques-5414.html>. Acesso em: 16 maio 2017.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geossit**: Cadastro de Sítios Geológicos. Brasília, DF, 2016. Site Institucional. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/geossit/>. Acesso em: 26 dez. 2018.

DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da bacia do Paraná. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., 1970, Brasília, DF. **Anais [...]**. [Brasília, DF]: SBG, 1970, p.359-412.

DU TOIT, A. L.; REED, F. R. C. A **geological comparison of South America with South Africa**. 1927. Washington, Estados Unidos: Carnegie Institution of Washington, 1927.

EMPLASA - EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S/A. **Aglomeración Urbana de Piracicaba**. São Paulo, SP, 2017. Site Institucional. Disponível em: [https://www.pdui.sp.gov.br/piracicaba/?page\\_id=56](https://www.pdui.sp.gov.br/piracicaba/?page_id=56). Acesso em: 21 ago. 2018.

FERNANDES, M. A.; CARVALHO, I. de S. Revisão diagnóstica para a icnoespécie de tetrápode Mesozóico *Brasilichnium elusivum* (Leonardi, 1981) (Mammalia) da Formação Botucatu, Bacia do Paraná, Brasil. **Ameghiniana**, Buenos Aires, Argentina, v. 45, n. 1, p. 167-173, 2008.

FERREIRA, S. R.; CAETANO-CHANG, M. R. Datação das formações Rio Claro e Piracungua por termoluminescência. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, MG, v. 61, n. 2, p. 129-134, 2008.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain). **Geoheritage**, Heidelberg, Alemanha, v. 2, n. 1, p. 57-75, 2010.

FULFARO, V. J.; SUGUIO, K. A formação Rio Claro (Neoceno-zóico) e seu ambiente de deposição. **Revista do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo, SP, v. 20, p. 45-60, 1968.

FULFARO, J. V.; STEVAUX, J. C.; SOUSA FILHO, E. E.; BARCELOS, J. H. A Formação Tatuí (P) no estado de São Paulo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1984, Rio de Janeiro, RJ. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, RJ: SBG, 1984.

GAMA JUNIOR, E. G.; BANDEIRA JUNIOR, A. N.; FRANÇA, A. B. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas na parte central das Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, SP, v. 12, n. 4, p. 578-589, 1982.

GARCÍA-CORTÉS, Á.; URQUÍ, L. C. **Documento Metodológico para la elaboración del inventario español de Lugares de Interés Geológico**. 2013. Madrid, Espanha: Instituto Geológico y Minero de España, 2013.

GARCIA, M. da G. M. et al. The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. **Geoheritage**, Heidelberg, Alemanha, v. 10, n. 2, p. 239-258, 2018.

GESICKI, A. L. D. **Evolução diagenética das Formações Pirambóia e Botucatu (Sistema Aquífero Garani) no estado de São Paulo**. 2007. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2007.

GRAY, J. M. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. **Journal of Quaternary Science**, Aberystwyth, Reino Unido, v. 19, n. 8, p. 833-838, 2004.

GRAY, M. Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How? **The George Wright Forum**, Hancock, Estados Unidos, v. 22, n. 3, p. 4-12, 2005.

GUIMARÃES, E. et al. Matrix of Priorities for the Management of Visitation Impacts on the Geosites of Araripe UNESCO Global Geoparque (NE Brazil). **Geosciences**, [Hudson, Estados Unidos], v. 8, n. 6, p. 199, 2018.

HACHIRO, J.; COIMBRA, A. M. Ciclos de Milankovitch nas seqüências rítmicas da unidade Irati. *In*: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1., 1993, Rio Claro, SP. **Resumos Expandidos**. Rio Claro, SP: Unesp, 1993.

HACHIRO, J. **O Subgrupo Irati (Neopermiano) Da Bacia Do Paraná**. 1996. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1996.

HENRIQUES, M. H. et al. Geoconservation as an Emerging Geoscience. **Geoheritage**, Heidelberg, Alemanha, n. 3, p. 117-128, 2011.

HOLZ, M. et al. A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. **Journal of South American Earth Sciences**, Cidade do México, México, v. 29, n. 2, p. 381-399, 2010.

HOSE, T. A. Selling the Story of Britain's Stone. **Environmental Interpretation**, Manchester, Reino Unido, v. 10, n. 2, p. 16-17, 1995.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Araras (SF-23-M-II-3)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1969. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Itirapina (SF-23-M-I-3)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1969. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Piracicaba (SF-23-M-III-2)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1969. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Rio Claro (SF-23-M-I-4)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1971. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha São Pedro (SF-23-M-III-1)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1969. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Corumbataí (SF-23Y-A-I-2)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1971. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Leme (SF-23Y-A-II-1)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1971. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha São Carlos (SF-23Y-A-I-1)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1971. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha Limeira (SF-23Y-A-V-1)**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1983. Folha Impressa. Escala 1:50.000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. [Brasília, DF], 2017. Site Institucional. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 nov. 2018.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Plano Diretor**. 2002. Piracicaba, SP: Vitor's Design, 2002.

IPHAN - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos CNSA / SGPA**. 2009. Site Institucional. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/sgpa/?consulta=cnsa>. Acesso em: 11 set. 2018.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do estado de São Paulo**. São Paulo, SP: IPT, 2001. Escala 1:50.000.

KOFFLER, N. F. Aptidão agrícola e suscetibilidade à erosão das terras da bacia do rio Corumbataí através de sistemas de informação geográfica. **Revista Educação Gráfica**, Bauru, SP, v. 1, n. 1, p. 11-26, 1997.

KOLYA, A. de A. **Estratégias de geoconservação aplicadas ao patrimônio geológico da Formação Irati (Permiano) no município de Rio Claro (SP), distrito de Assistência**. 2015. Monografia (Bacharelado em Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2015.

KOLYA, A. de A. et al. Nova coquina da Formação Corumbataí (Permiano) no município de Rio Claro (SP) e sua avaliação como geossítio. *In*: REUNIÃO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA DE SÃO PAULO. 20., 2016, Bauru, SP. **Boletim** [...]. Bauru, SP: SBP, 2016.

KOLYA, A. de A.; ZAINE, J. E. Estratégias de geoconservação aplicadas ao patrimônio geológico da Formação Irati. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*. 48., 2016, Porto Alegre, RS. **Boletim** [...]. Porto Alegre, RS: SBG, 2016.

KOLYA, A. D. A.; ZAINE, J. E.; PERINOTTO, J. A. de J. Criação de Parque Geológico como forma de recuperação em área minerada no município de Rio Claro - SP. *In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO*. 2., 2017, Ponta Grossa, PR. **Anais** [...]. Ponta Grossa, PR: UEPG, 2017.

KOLYA, A. de A. et al. Didática no ensino de geociências: práticas pedagógicas aplicadas à geodiversidade do Projeto Geoparque Corumbataí. *In: QUADRIENAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GEOSCIENCE EDUCATION ORGANISATION*. 8., 2018, Campinas, SP. **Anais** [...]. Campinas, SP: Unicamp, 2018.

KOLYA, A. de A. et al. Parque Geológico como proposta de uso futuro para área minerada. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL*. 16., 2018, São Paulo, SP. **Anais** [...]. São Paulo, SP: ABGE, 2018.

KOMOO, I. E.; PATZAK, M. Global Geopark Network: An Integrated approach for Heritage Conservation and Sustainable Use. *In: LEMAN, M.S; REEDMAN, A, PEI, C.S. Geoheritage of East and Southeast Asia*. Kuala Lumpur, Malasia: Ampang Press, 2008. p. 3-13.

LESSI, L. F. **Painel interpretativo para a geoconservação no Morro do Cuscuzeiro em Analândia, SP**. 2017. Monografia (Bacharelado em Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2017.

LESSI, L. F.; ZAINE, J. E.; KOLYA, A. de A. Painel interpretativo para a geoconservação no Morro do Cuscuzeiro em Analândia, SP. *In: QUADRIENAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GEOSCIENCE EDUCATION ORGANISATION*. 8., 2018, Campinas, SP. **Anais** [...]. Campinas, SP: Unicamp, 2018.

MANTESSO-NETO, V. Geodiversidade, geoconservação, geoturismo, patrimônio geológico, geoparque: novos conceitos nas geociências do século XXI. *In: CONGRESSO URUGUAYO DE GEOLOGIA*, 6., Montevideo, Uruguai. **Anais** [...]. Montevideo, Uruguai: Sociedad Uruguaya de Geología, 2010.

MANTESSO-NETO, V.; RIBEIRO, R. R.; GARCIA, M. G. M.; DEL LAMA, E. A.; THEODOROVICZ, A. Patrimônio geológico no estado de São Paulo. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, PR, v. 70, p. 53-76, 2013.

MANTOVANI, M. S. M.; WILDNER, W.; JUNCHEN, P. L. Paraná Basin Magmatism, Stratigraphy and Mineralization (Southern Brazil). *In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS*, 31., 2000, Rio de Janeiro, RJ. **Proceedings** [...]. São Paulo, SP: USP, 2000.

MATTHIAS, G.; ANDREAS, M. Géotourisme et développement durable en Allemagne

du Sud. *In*: REYNARD, E.; HOLZMANN, C.; GUEx, D.; SUMMERMATTER, N. (ed.). **Géomorphologie et tourisme**: quelles relations? Lausanne, Suíça: Université de Lausanne, 2013. p. 177-184.

MEZZALIRA, S. et al. Os fósseis do estado de São Paulo. **Boletim IG**, São Paulo, SP, v. 17, 87 p., 2006.

MILANI, E. J. et al. Sequences and Stratigraphic Hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), southern Brazil. **Boletim IG USP Série Científica**, São Paulo, SP, v. 29, p. 125–173, 1998.

MILANI, E. J. et al. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**. Rio de Janeiro, RJ, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MONTEIRO, R. C.; RIBEIRO, L. F. B. Espeleogênese de Cavernas Areníticas: algumas considerações aplicadas à Província Espeleológica da Serra de Itaqueri, estado de São Paulo, Brasil. *In*: International Congress of Speleology, 13., **Anais [...]**. Brasília, DF: SBE, 2001.

MOURA, P. et al. Conservation of geosites as a tool to protect geoheritage. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, v. 89, n. 4, p. 2625-2645, 2017.

NASCIMENTO, M. A. L. do; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. **Revista Ecuador**, Teresina, Piauí, v. 4, n. 3, 21 p., 2015.

NASCIMENTO, M. A. L. do; RUCHKYS, U. D. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: Trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

NIETO, L. M. Geodiversidad: Propuesta de una definición integradora. **Boletín Geológico y Minero**, Madrid, Espanha, v. 112, n. 2, p. 3-12, 2001.

Nieto, L. M. Patrimônio Geológico, Cultura Y Turismo. **Boletín del Inst. de Estudios Giennenses**, Logronho, Espanha, n. 182, p. 109-122, 2002.

NGUYEN-THUY, D. et al. Evaluation of Geological Heritage of Geosites for a Potential Geoparque in Binh Thuan–Ninh Thuan Coastal Zone, Vietnam. **Geoheritage**, Heidelberg, Alemanha, p. 1-14, 2018.

NOBRE, M. F. **O Zoneamento Ecológico-Econômico como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental**: Uma Proposta Para a Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí (SP). 2008. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2008.

ÓLAFSDÓTTIR, R.; TVERIJONAITE, E. Geotourism: A systematic literature review. **Geosciences**. Basel, Suíça, v. 8, n. 7, 2018.

OLIVEIRA, J. C. da S. **Geoparques no Brasil: Foco geográfico na superação dos desafios**. 2014. Monografia (Conclusão de Curso de Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

PATZAK, M. **Tourism and Geodiversity: The case of Geoparques**. 2001. Site Institucional. Disponível em: <http://egis.cefe.cnrsmop.fr/Tourism%20Frontpages/patzak%20article.html>. Acesso em: 12 dez. 2018.

PCJ - AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Memorial técnico para caracterização da sub-bacia do Rio Corumbataí**. Piracicaba, SP, 2018.

PEIXOTO, C. A. B. (Org.). **Geodiversidade do estado de São Paulo**. São Paulo, SP: CPRM, 2010.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do Setor Centro-Ocidental da Depressão Periférica Paulista**. 1976. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro, SP, 1976.

PEREIRA, L. H.; PINTO, S. dos A. F. Utilização de imagens aerofotográficas no mapeamento multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Rio Corumbataí - SP. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis, SC. **Anais** [...]. [São José dos Campos, SP]: INPE, 2007. p. 1321-1328.

PEREIRA, R. F.; BRILHA, J.; MARTINEZ, J. E. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. **Memórias e Notícias**, Coimbra, Portugal, v. 3, p. 491-494, 2008.

PERINOTTO, J. A. de J. et al. Diques clásticos na Formação Corumbataí (P) no Nordeste da Bacia do Parana, SP, Análise sistemática e significações estratigráficas, sedimentológicas e tectônicas. **Geociências**, Rio Claro, SP, v. 27, n. 4, p. 469-491, 2008.

PETRI, S.; SOUZA, P. A. de. Síntese dos conhecimentos e novas concepções sobre a bioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, Brasil. **Revista IG**, São Paulo, SP, v. 14, n. 1, p. 7-18, 1993.

REYNARD, E.; BRILHA, J. **Geoheritage: assessment, protection and management**. Elsevier, 2018.

RIBEIRO, S. L. **Análise da sustentabilidade na Bacia do Rio Corumbataí (SP)**. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2006.

RIBEIRO, R. R. et al. Inventário e avaliação do patrimônio natural geológico da região de Rio Claro (SP). **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, SP, v. 34, n. 1, p. 1–21, 2013.

RODRIGUES, F. H. **Estudo da geodiversidade da região norte da Ilha de São Sebastião (SP)**: uma proposta de mapeamento geoambiental aplicado à estratégia de geoconservação. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2018.

ROHN, R.; LAVINA, E. L. Cronoestratigrafia do Grupo Passa Dois. *In*: SIMPÓSIO SOBRE A CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1., 1993, Rio Claro, SP. **Anais [...]**. Rio Claro, SP: Unesp, 1993.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo, SP: Instituto Florestal, v.1, 118 p., 2017.

RUIZ, M. **Zeólitas em amígdalas dos basaltos das cidades de Araraquara e Serrana - SP**. 2001. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2001.

RUIZ, M. B. **Corpos intrusivos básicos na coluna sedimentar permo-carbonífera no vale do Rio Corumbataí**. 2012. Monografia (Bacharelado em Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2012.

SALATI, E. **Diagnóstico ambiental sintético e qualidade da água como subsídio para o planejamento regional integrado da bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, SP**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1996.

SANTOS, R. V. et al. Shrimp U–Pb zircon dating and palynology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. **Gondwana Research**, Beijing, China v. 9, n. 4, p. 456-463, 2006.

SÃO PAULO. Secretaria de Turismo. **Circuito Chapada Guarani**. São Paulo, SP, [2017]. Site Institucional. Disponível em: <http://turismoemsp.implantado.com.br/visitantes/onde-ir-e-o-que-fazer/destinos-e-roteiros/672-circuito-chapada-guarani.html?lang=pt>. Acesso em: 1 mar. 2019.

SCHNEIDER, R. L. et al. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre, RS. **Anais [...]**. São Paulo, SP: SBG, 1974.

SERRA DO ITAQUERI. **Sobre**. São Carlos, SP, 2019. Site Institucional. Disponível em: <http://serradoitaqueri.com.br/sobre-o-projeto/>. Acesso em: 16 fev. 2019.

SERRANO, E.; RUIZ-FLAÑO, P. Geodiversity. A theoretical and applied concept. **Geographica Helvetica**, Göttingen, Alemanha, v. 62, n. 3, p. 140-147, 2007.

SHARPLES, C. **Concepts and Principles of Geoconservation**. 2002. Horbat, Austrália: Parks & Wildlife Service, 2002

SILVA, F. A. **Informes preliminares sobre a arqueologia de Rio Claro**. 2002. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1967.

SILVA, C. R. da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: CPRM, 2008.

SIMÕES, M. G.; FITTIPALDI, F. C. **Fósseis da região de Rio Claro**. 1992. Rio Claro, SP: Arquivo Municipal, 1992.

SOARES, P. C. O limite glacial/pós-glacial do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, v. 44, p. 333-342, 1972.

SOARES, P. C. **O Mesozóico gondwânico no estado de São Paulo**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro, SP, 1973.

SOARES, P. C.; BARBOSA LANDIM, P. M.; FULFARO, V. J. Tectonic cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. **Bulletin of the Geological Society of America**, Boulder, Estados Unidos, v. 89, n. 2, p. 181-191, 1978.

SOUSA, M. O. L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia - centro do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2002.

SOUZA, P. A.; AMARAL, P. G. C.; OLIVEIRA, M. E. C. B. de. A Late carboniferous palynoflora from the Itararé Subgroup (Paraná Basin) in Campinas, São Paulo State, Brazil. **Revue de micropaléontologie**, França, v. 49, p. 105-115, 2006.

SOUSA, J. C. M. de. **Tecnologia de ponta a ponta**: Em busca de mudanças culturais durante o Holoceno em indústria líticas do Sudeste e Sul do Brasil. 2017. Projeto de Pesquisa (Doutorado em Arqueologia) - Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, 2017. ([s.l.: s.n.].

SOUZA-FERNANDES, L. C. de et al. (Org.). **Geoparque Corumbataí**: primeiros passos de um projeto de desenvolvimento regional. Curitiba, PR: Editora CRV, 2018a.

SOUZA-FERNANDES, L. C. de et al. Projeto de criação do Geoparque Corumbataí: relato dos primeiros passos para promoção cidadã do ensino de geociências para a comunidade. *In*: QUADRIENAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GEOSCIENCE EDUCATION ORGANISATION. 8., 2018, Campinas, SP. **Anais [...]**. Campinas, SP: Unicamp, 2018b.

STANLEY, M. Geodiversity. **Earth Heritage**, Shropshire, Reino Unido, v. 14, p. 15-18,

2000.

STANLEY, M. Geodiversity strategy. **Progeo News**. Oslo, Noruega, n. 1, p. 6-9, 2001.

STANLEY, M. Geodiversity: our foundation. **Geol Today**, Londres, Reino Unido, v. 19, p. 104-107, 2003.

STANLEY M. **Geodiversity**: Linking people, landscapes and their culture. *In*: CONFERENCE OF NATURAL AND CULTURAL LANDSCAPES. 2004, Dublin, Reino Unido: Parkes, 2004.

STEVAUX, J. C.; SOUZA-FILHO, E. E.; FULFARO, V. J. Trato deposicional da Formação Tatuí (P) na área aflorante do NE da Bacia do Paraná, Estado de São Paulo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia, GO. **Anais [...]**. São Paulo, SP: SBG, 1986. p. 219-229.

UNESCO. **Unesco Global Geoparques**. Paris, França, 2018. Site Institucional. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-Geoparques/>. Acesso em: 12 fev. 2018.

VIEIRA, L. B. et al. Potencial Espeleológico da Serra de Itaqueri (SP): Trabalhos sistemáticos de exploração, mapeamento, coleta e análise de materiais e dados. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32., 2013, Barreiras, BA. **Anais [...]**. São Paulo, SP: SBE, 2013.

ZAINE, J. E. **Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1994.

ZAINE, M. F. **Patrimônios naturais da região de Rio Claro, Ipeúna e Serra dos Padres**: análise da compatibilidade com a ocupação atual e considerações sobre sua exploração e conservação. 1996. Relatório final (Pós-doutorado em Geociências) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1996.

ZAINE, M. F.; PERINOTTO, J. A. J. **Patrimônios naturais e história geológica da região de Rio Claro**. Rio Claro, SP: Câmara Municipal de Rio Claro e Arquivo Público Histórico do Município de Rio Claro, 1996.

ZAINE, M. F.; ZAINE, J. E. Patrimônios Naturais de Rio Claro (SP) e Região. *In*: **Turismo e Arqueologia**: Múltiplos Olhares. Piracicaba, SP: Equilíbrio, 2009. p. 215–260.

ZAINE, J. E.; PERINOTTO, J. A. de J.; KOLYA, A. de A. **Relatório dos trabalhos de resgate e salvamento de camada de conchas fósseis (coquina) da Formação Corumbataí, no loteamento Portal Verde, zona norte da cidade de Rio Claro/SP**. 2018. Relatório Técnico - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2018.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - Formulário de Cadastro de Pontos no Projeto Geoparque Corumbataí

### Formulário de Cadastro de Pontos no Geopark Corumbataí

**Nome do Proponente**

**Telefone e E-mail do proponente**

**Nome do Local**

**Nome do Proprietário**

**Telefone de Contato**

**Propriedade**

- Pública  
 Particular  
 Não sei

**Endereço - Como chegar**

**Coordenadas (se souber)**

**Site, página na rede social, etc**

**Tipo de local ou atividade realizada**

- Atrativo Natural (Pedras, Rios, Mirantes, Cavernas, etc)  
 Sítios Arqueológicos (pontas de flecha, cacos cerâmicos, pinturas rupestres, etc)  
 Prédios Históricos (Casarões, antigas estações, indústrias, ruínas, etc)  
 Produtor local (Produtos alimentícios, artísticos, artesanato, etc)  
 Outro: \_\_\_\_\_

**Justificativa** (Porque você acha que esse ponto deve ser incluso no Geopark Corumbataí?)

**Visitação**

- Não tem visitação  
 A visitação é livre  
 A visitação é paga

**Caso haja visitação paga, qual o valor?**

**Sugestões para o Geopark**

Este formulário pode ser preenchido online em: <https://goo.gl/vruVtP>

## APÊNDICE B - Questionário de avaliação das atividades de visita e materiais interpretativos do Projeto Geoparque Corumbataí

### Questionário de satisfação

Você recebeu este questionário porque visitou algum atrativo cadastrado no Projeto Geopark Corumbataí.

Obrigado por responder nosso questionário! Você está nos ajudando a conhecer melhor nosso público e avaliar a satisfação com a visita :)

O preenchimento pode ser feito de forma anônima. Se necessário contate-nos em [contato@geoparkcorumbatai.com.br](mailto:contato@geoparkcorumbatai.com.br)

\*Obrigatório



1. Nome Completo (opcional)

---

2. E-mail (opcional)

---

3. Idade \*

---

4. Cidade - Estado - País \*

---

5. Escolaridade (Cursando ou completo) \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Primeiro grau
- Segundo grau
- Superior
- Pós-graduação

6. Você já havia feito visitas ao Geopark Corumbataí? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Não
- Algumas vezes
- Sou frequentador há muito tempo

**7. Onde você ouviu falar do Geopark Corumbataí? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Internet
- Revista/Jornal
- Folhetos/Guias
- Rádio/Televisão
- Conversa com conhecidos
- Outro: \_\_\_\_\_

**8. Nível de satisfação com a viagem \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Superou as expectativas
- Atendeu satisfatoriamente
- Atendeu em parte
- Decepcionou

**9. Com quem viajou? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Família
- Amigos
- Sozinho(a)
- Casal
- Escola
- Universidade
- Outro: \_\_\_\_\_

**10. Quanto durou sua última visita ao Geopark Corumbataí? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- 1 dia (bate-e-volta)
- 2 dias
- 3 ou 4 dias
- 1 semana ou mais

**11. Caso tenha pernoitado, onde ficou? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Não pernoitei
- Casa na cidade
- Casa no campo
- Hotel ou pousada urbana
- Hotel ou pousada rural
- Camping
- Outro: \_\_\_\_\_

**12. Locais das refeições \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Trouxe alimentos de casa
- Bares e/ou Lanchonetes
- Restaurantes na cidade
- Restaurantes no campo
- Outro: \_\_\_\_\_

**13. Qual foi o meio de transporte utilizado? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Bicicleta
- Moto
- Carro
- Ônibus de linha
- Ônibus/Van fretado
- Outro: \_\_\_\_\_

**14. Sobre Geociências e Patrimônio Geológico: \***

*Marcar apenas uma oval.*

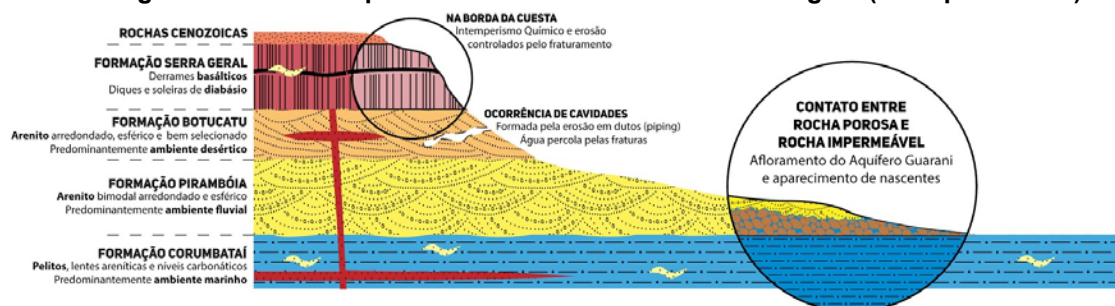
- Não sabia nada sobre Geociências e Patrimônio Geológico mas obtive informações na viagem
- Tenho conhecimento básico em Geociências porém tive dificuldade em identificar e interpretar o Patrimônio Geológico
- Tenho conhecimento em Geociências e sei identificar e interpretar o Patrimônio Geológico
- Mesmo após a viagem não obtive informações sobre Geociências e Patrimônio Geológico

15. **Você teve o acompanhamento de guias? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Não, conheci o Geopark Corumbataí por conta própria
- Não, mas gostaria de ter numa próxima visita
- Sim, mas não recebi informações sobre o Patrimônio Geológico (rios, cachoeiras, serras, rochas, solos, etc)
- Sim e recebi informações sobre o Patrimônio Geológico

16. **Você viu algum material interpretativo sobre o Patrimônio Geológico (exemplo abaixo) \***



*Marcar apenas uma oval.*

- Não vi nenhum material interpretativo
- Não vi, mas gostaria de ter visto
- Vi, mas não me interessei pelo conteúdo
- Sim, e me ajudou a entender o que vi, mas continuo com dúvidas
- Vi e compreendi como o Geopatrimônio ajuda a entender o passado e a evolução do planeta

17. **Deixe comentários, sugestões, dicas, reclamações ou sua mensagem para nós :)**

---



---



---



---



---

**Visite nosso site e redes sociais:**

[www.geoparkcorumbatai.com.br](http://www.geoparkcorumbatai.com.br)  
[www.facebook.com/GeoparkCorumbatai](https://www.facebook.com/GeoparkCorumbatai)  
[www.instagram.com/geopark\\_corumbatai](https://www.instagram.com/geopark_corumbatai)  
[www.youtube.com/channel/UCKQrwXR9eLAYqgp9lfi9dOQ](https://www.youtube.com/channel/UCKQrwXR9eLAYqgp9lfi9dOQ)

## APÊNDICE C - Banco de Dados e Arquivos Digitais do Projeto



**APÊNDICE D - Números de Identificação dos Sítios de Interesse Geológico**

**APÊNDICE D - Número de Identificação dos Sítios de Interesse Geológico**

1: Estromatólitos da Formação Irati	44: Ped. Iracemópolis	87: Mir. de São Pedro	130: Abr. do Rochedo
2: Cav. Toca do Índio	45: Elevador Turístico Alto Do Mirante	88: Cach. Paraíso/Zé Turco	131: T. do Ninho
3: Gr. do Fóssil	46: Mus. da Água	89: Cach. da Palmeira	132: T. do Bauru
4: Águas do Altarúgio	47: Mus. de Minerais, Minérios e Rochas	90: Casarões de Pedra de Corumbataí	133: T. da Chuva
5: Lagoa do Camargo	48: Mus. de Paleontologia e Estratigrafia	91: Cach. Ponte Amarela	134: T. do Morcego
6: Confluência dos R. Corumbataí e Passa-5	49: Águas de Ubá	92: Rampas Avolpi N-S	135: Cachoeira da Fazendão
7: Alto Estrutural de Pitanga	50: M. do Fogão	93: Rampa Avolpi E	136: Abr. dos Marimbondos
8: Aflor. Usina São Francisco	51: Seção do Trevo de Batovi	94: M. do Baú	137: T. do Cantagalo
9: Cav. Boca do Sapo	52: Meandros abandonados do Corumbataí	95: Casarão do Barão de Grão Mogol	138: Abr. Dedo Cortado
10: Pq. de Assistência	53: Paleodunas do Cantagalo	96: Mir. do Jequitibá Gigante	139: Gr. Cachoeira
11: Abr. do Alvo	54: Ped. Bonança	97: Cachoeira do Roncador	140: Gr. Retiro
12: Tripoli da Granja Mondini	55: Cav. Abrigo da Onça	98: Trilha do Cabrito	141: Cav. dos Macacos
13: Cav. da Toca	56: Mir. das Cachoeiras do Passa Cinco	99: M. do Bizigueli	142: Diques Clásticos Pedreira Tute
14: Fósseis vegetais da Forma. Corumbataí	57: Toca do Piping	100: Cach. da Lapa / Lapinha	143: Gabinete de Leitura
15: Compl. Arq. Alice Boer	58: Mir. do Bairro Cachoeirinha	101: Cach. da Borboleta	144: Coquina da Mata Negra
16: Cav. Campo Minado	59: Estações Ecológica e Experimental	102: Min. Mandu	145: Estação Annápolis
17: Pegadas da Fazenda Nova América	60: FEENA	103: Rampa do Vôo Livre de Ipeúna	146: Cemitério de Itaqueri da Serra
18: Clarkecaris do Taquaral	61: Mir. Cruz da Mata do Caju Cruz	103: Trilha do Vagalume	147: Seção Motocross
19: Cav. Abrigo da Glória	62: Mir. Viaduto do Calcário	104: Trilha do Lisinho	148: St. Arq. da Caieira Alto do Campão
20: Estreito do Rio Corumbataí	63: Aflor. Três Eras	105: Trilha da Véia do Queijo	149: Comp. Arq. Serra D'Água
21: Aflor. Sítio Santa Maria	64: M. do Camelo	106: Trilha do Anzol	150: Comp. Arq. Fazenda Santa Rosa
22: Seção da Ferrovia de Batovi	65: Salto Major Levy	107: Pedr. Abandonadas do Horto	151: Comp. Arq. Poço Fundo
23: Pirambóia da Faz. Santana de Baixo	66: Cach. São José	108: Pedr. Calcário Vitti	152: St. Arq. Vila Paulista
24: Tira Chapéu	67: Salto de Paraisolândia (Caidô)	109: Mir. das Cuestas de Analândia	153: St. Arq. Santo Antônio
25: Diques Clásticos de Santa Luzia	68: Meandro da Chácara Ilha	110: Gr. das Abelhas	154: St. Arq. Tamandupá
26: Gr. do Fazendão	69: Seção da Ponte do Farol	111: Abr. do Adão	155: St. Arq. Monjolo Velho
27: Ped. Partecal	70: Cav. Paredão	112: Olarias de Jacutinga	156: Comp. Arq. Pitanga
28: Usina Hidrelétrica de Corumbataí	71: Toca da Onça	114: Mir. da Serra de Charqueada	157: St. Arq. Camaquã
29: Aflor. das 3 Eras 2	72: Cach. do Cuscuzzeiro	115: M. Pelado	158: St. Arq. Pântano
30: Aflor. Faz. Ponte Nova	73: Ecologic Park	116: Cach. do Nardo	159: Comp. Arq. São Lourenço
31: Estratótipo da Malacofauna	74: Faz. Santa Gertrudes	117: Túnel da Rua 6	160: St. Arq. Bairro do Cabeça
32: Voçoroca da Mãe Preta	75: Mus. de Ipeúna	118: Mir. Morro Grande	161: Comp. Arq. Marchiori / Tirolese
33: Terraços e praia do Rio Corumbataí	76: Cach. de Itaqueri	119: M. da Nova América	162: St. Arq. Areião
34: Coquina do Distrito Industrial	77: Cach. do Escorrega	120: Coquina de Ferraz	163: Comp. Arq. Laboratório
35: Seção do Linhão de Corumbataí	78: Pq. do Salto do Nhô Tó	121: Pedr. Stavias	164: St. Arq. João Pinto
36: Pq. Lago Azul	79: Cach. Camping do Nenê	122: Pedr. Usipetra (Paviobras)	165: Comp. Arq. Paraíso
37: Abr. da Bocaina	80: Lago da Bruxa - Recanto da Cascata	123: Abr. Roncador	166: Dunas do Passa-Cinco
38: Cach. do Passa-Cinco	81: St. Arq. Curtume Timoni	124: M. do Cantagalo	167: Fz. Retiro
39: Mirante das Águas	82: Mirante da Serra do Fazendão	125: Bivalves de Sant'Anna de Urucaia	168: Olaria Schimidt
40: Coquina de Camaquã	83: Fazenda São Judas Tadeu	126: Gruta Fenda dos Geodos	169: Falhas Neotectônicas de Santa Luzia
41: Mir. da Balança	84: Pq. Caixa D'Água (Fonte da Saúde)	127: M. da Boa Vista	170: Seção da Serra do Fazendão
42: M. do Cuscuzzeiro	85: Abr. da Santa	128: M. da Guarita	
43: Paleodunas do Pirambóia e Mirante	86: Mus. Histórico e Pedagógico	129: Abr. Santo Urbano	

Fonte: Elaborado pelo autor

**APÊNDICE E - Guia de Campo Interpretativo do Roteiro Geoturístico e Científico no Projeto Geoparque Corumbataí**

# GUIA DE CAMPO

PROJETO  
**G E O P A R Q U E  
C O R U M B A T A Í**



**8<sup>o</sup> Conferência Quadrienal International Geoscience Education Organization**  
**8<sup>o</sup> Simpósio Nacional de Ensino e História de Ciências da Terra**



# Sobre

O Projeto Geoparque Corumbataí é uma iniciativa que visa desenvolver um Geoparque na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, interior do estado de São Paulo.

Geoparque é um modelo de gestão do território que protege e valoriza o patrimônio natural de uma região por meio de estratégias de Geoconservação e Geoturismo, sustentando a cultura local e promovendo o desenvolvimento sustentável.

# Referências

FAPESP, 2012 - Pontas de um passado remoto. Pesquisa FAPESP: 194, Online.

Ferreira & Oliveira, 2017 - Sobre um Dia de Campo: Serra do Itaqueri (SP) - Expressão Geográfica: Online.

Zenaide Teles, 2017 - Fotografias do Campo na Serra do Itaqueri

Zaine M. F., 1996 - Patrimônios naturais da região de Rio Claro, Ipeúna e Serra dos Padres. Pós-Doutorado. Rio Claro: Unesp.

Guia de Campo - Geoparque Corumbataí - VIII GeoSciEd / VIII EnsinoGEO / André de Andrade Kolya, Fabíula Moreno Arantes, José Eduardo Zaine.

Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2018. 16 f. : il

1. Geodiversidade. 2. Geoconservação. 3. Patrimônio Geológico. 4. Geoturismo. 5. Bacia do Paraná.

# About

*The Corumbataí Geopark Project is an initiative that aims to develop a Geopark in the Corumbataí River Basin, in the state of São Paulo.*

*Geopark is a land management model that protects and values the natural heritage of a region through geoconservation and geotourism strategies, sustaining local culture and promoting sustainable development.*

# References






# Quer aprender mais? Want to learn more?

Escaneie o código QR com seu *smartphone* e veja um vídeo sobre as mudanças na paisagem e no clima que ocorreram por aqui nos últimos 300 milhões de anos!

*Scan this QR code with your smartphone camera and check out a video showing the changes in the landscape and climate in this area in the last 300 million years*

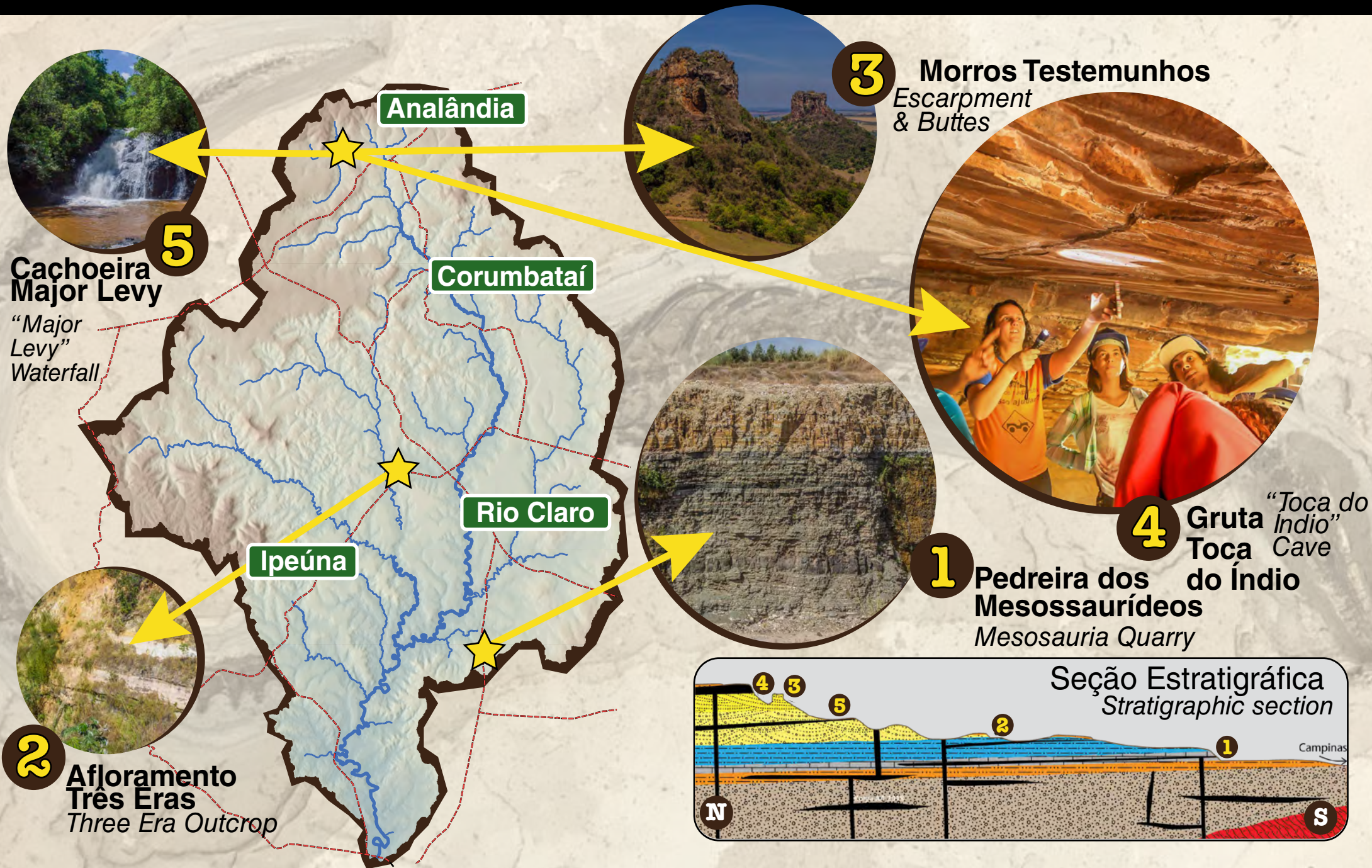


# Explore nossas páginas! Explore our pages!

-  [https://www.twitter.com/geopark\\_br](https://www.twitter.com/geopark_br)
-  <https://www.geoparkcorumbatai.com.br>
-  <https://www.facebook.com/GeoparkCorumbatai>
-  <https://www.youtube.com/c/GeoparkCorumbatai>
-  [https://www.instagram.com/geopark\\_corumbatai](https://www.instagram.com/geopark_corumbatai)

# Geoparque Corumbataí

Patrimônio Geológico  
Geoheritage



# Pedreira dos Mesossaurídeos

## Mesosauria Quarry

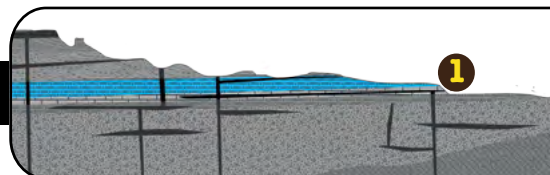
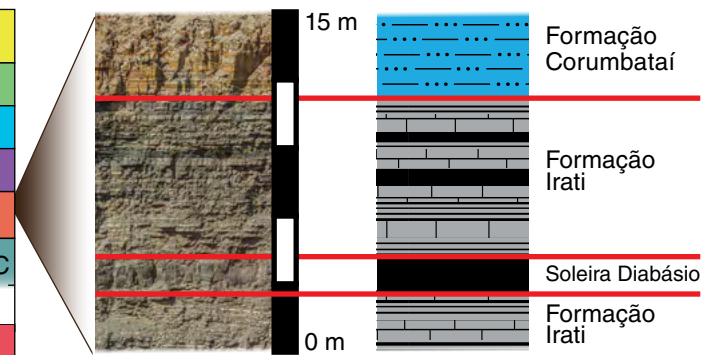
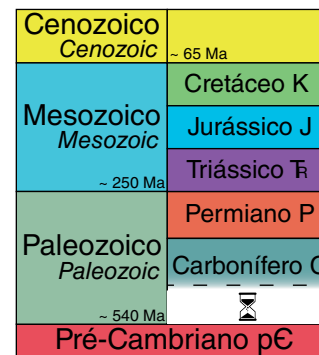


A primeira parada é uma pedreira de argila e calcário localizada no município de Rio Claro. O local exibe rochas sedimentares, de idade permiana, e uma soleira magmática, de idade cretácea.

*The field trip will start at a quarry located in the city of Rio Claro. This geosite contains rocks from two permian stratigraphic units and a diabase sill, of cretácian age.*

A Formação Irati, em especial, possui notável valor geopatrimonial, com destaque para os fósseis de Mesossaurídeos, que evidenciam a quebra e separação do Gondwana.

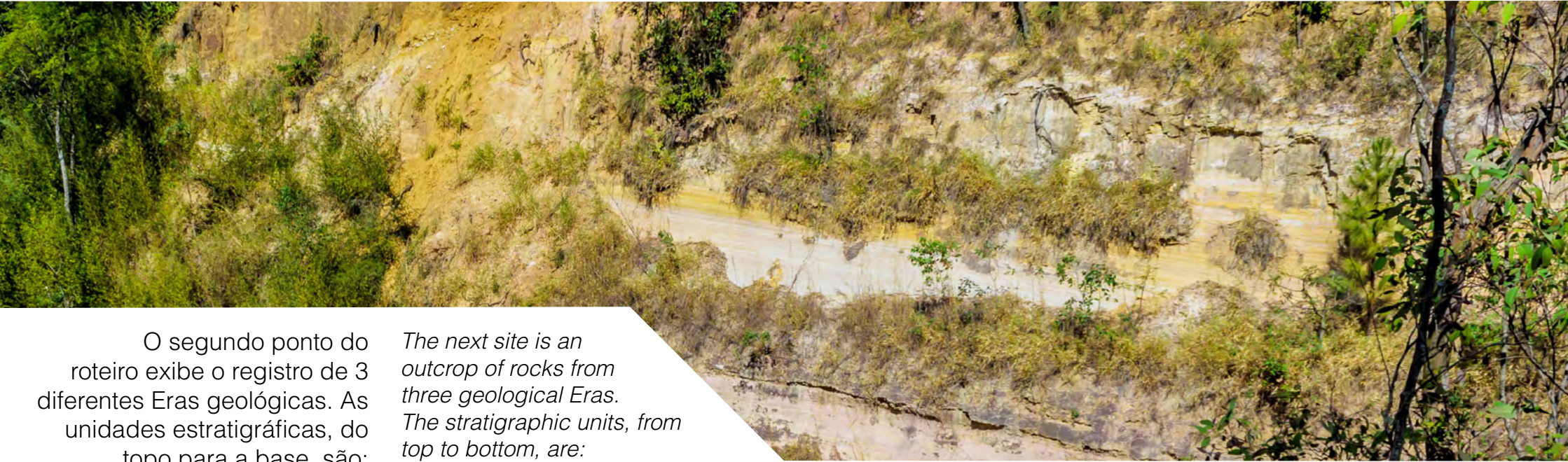
*The Irati Formation displays several elements geoheritage, such as mesosauria fossil remains, due to its scientific relevance as an evidence of the Continental Drift and the break-up of Gondwana.*



Você está aqui  
You are here  
**Rio Claro - SP**

# Afloramento das Três Eras

## Three Era Outcrop



O segundo ponto do roteiro exibe o registro de 3 diferentes Eras geológicas. As unidades estratigráficas, do topo para a base, são:

*The next site is an outcrop of rocks from three geological Eras. The stratigraphic units, from top to bottom, are:*

1 - Arenitos da Formação Rio Claro (Cenozoico)

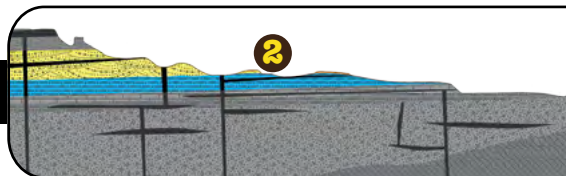
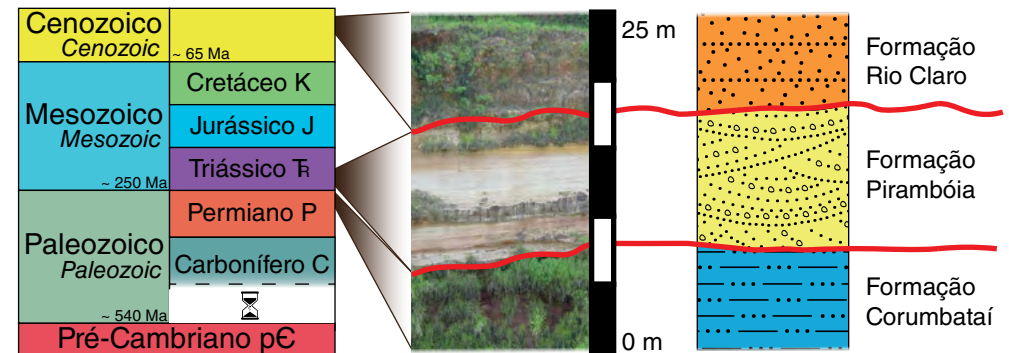
*1 - Sandstone - Rio Claro Formation (Cenozoic)*

2 - Arenitos da Formação Pirambóia (Mesozoico)

*2 - Sandstone - Pirambóia Formation (Mesozoic)*

3 - Siltitos/argilitos da Formação Corumbataí (Paleozoico)

*3 - Siltstone / claystone - Corumbataí Formation (Paleozoic)*



Você está aqui  
You are here

**Rio Claro - SP**

# Cuesta e Morros Testemunhos

## Escarpment and Buttes

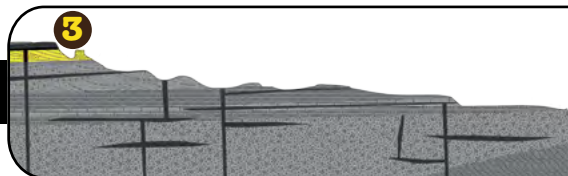
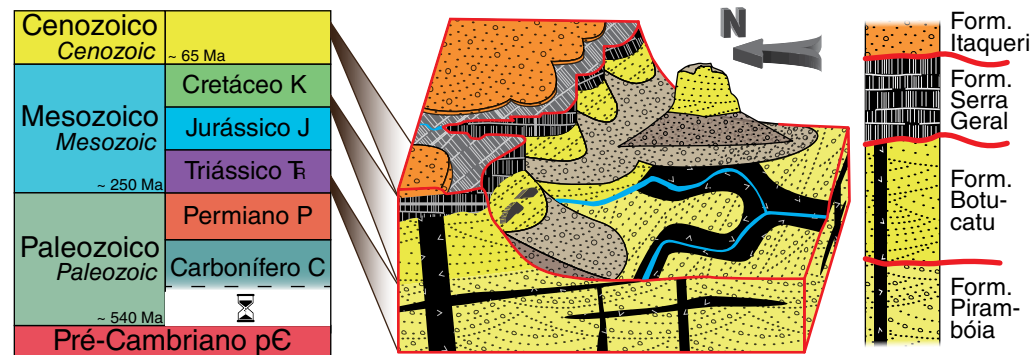


O próximo ponto é na região de cuestras, onde estão as nascentes do rio Corumbataí. No local, existem dois morros testemunho (Cuscuzeiro e Camelo) que ilustram como se deu a evolução geomorfológica da região.

Sustentadas pelo basalto (Formação Serra Geral), as escarpas expõem afloramentos de arenitos eólicos da Formação Botucatu (Juro-Cretáceo).

*The next stop is in the city of Analândia, a cliffs' region, where the sources of the Corumbataí river are located. Two well known Buttes can be seen ("Cuscuzeiro" and "Camelo") and interpreted as results of the geomorphological evolution.*

*Capped by igneous Basalt from the "Serra Geral" Formation, the Plateau cliffs exhibit magnificent outcrops of eolian sandstones from the "Botucatu" Formation (Juro-Cretaceous of the Paraná Basin).*



Você está aqui  
You are here  
**Analândia - SP**

# Caverna Toca do Índio

"Toca do Índio" Cave



As cuevas areníticas do Geoparque Corumbataí possuem diversas cavidades naturais formadas pela erosão.

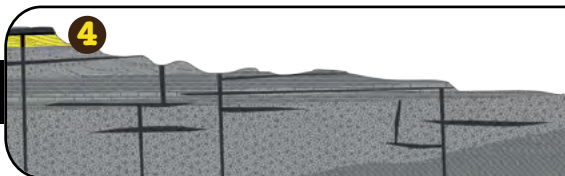
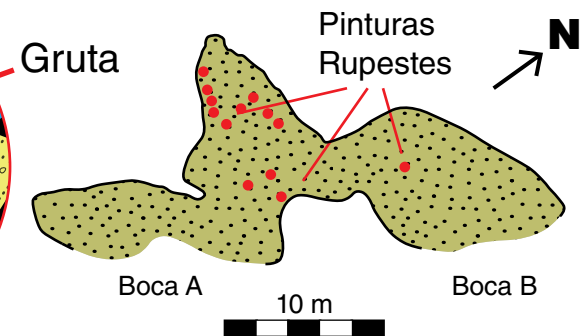
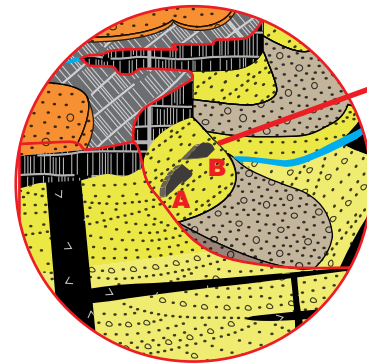
Algumas destas foram utilizadas pelas populações que estiveram na região nos últimos milhares de anos.

A Caverna "Toca do Índio", próximo ponto de parada se destaca por exibir diversas pinturas rupestres.

*The Sandstone Hills of the Corumbataí Geopark host several natural cavities, formed by erosion.*

*Some of them, where used by communities which had been at the region at the last few thousand of years.*

*The "Toca do Índio" Cave, next stop, is know for its many prehistoric paintings.*



Você está aqui  
You are here  
**Analândia - SP**

# Cachoeira Major Levy

## "Major Levy" Waterfall



O último ponto é uma cachoeira, onde o Rio Corumbataí transpõe uma soleira de diabásio da Formação Serra Geral (K).

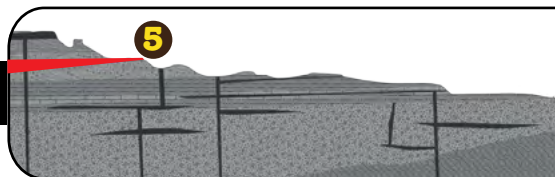
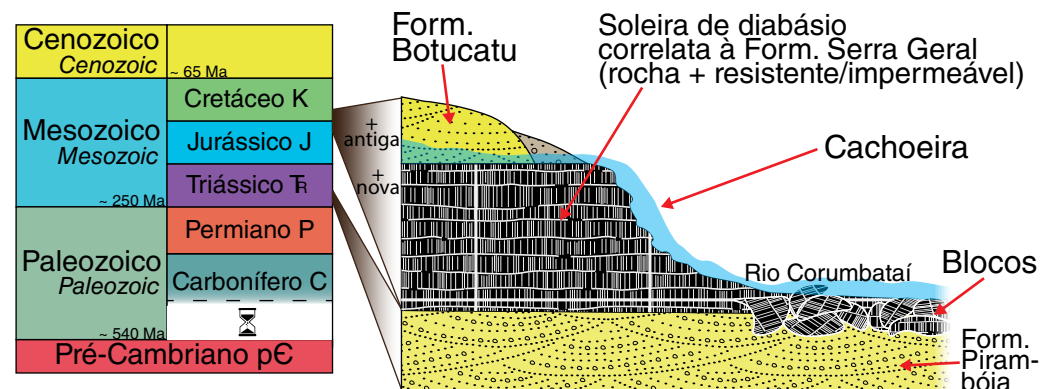
The last point is a waterfall, where the Corumbataí River transposes a diabase sill of the Serra Geral Formation (K).

As soleiras de diabásio (rocha intrusiva) são camadas tabulares e subhorizontais de rocha magmática situadas entre as camadas adjacentes de rochas sedimentares.

The diabase sills are tabular and subhorizontal layers of magmatic rock, situated between layers of adjacent sedimentary rocks.

O magma que formou estas rochas veio do manto terrestre e se alojou em planos de descontinuidade no interior da crosta durante um dos maiores eventos de magmatismo do planeta, relacionado à quebra do antigo Supercontinente Gondwana.

The magma which originated these rocks came from the earth's mantle and intruded in weakness surfaces in the interior of the crust during one of the major magmatic events of the Earth, related to the break of ancient Gondwana Supercontinent.



Você está aqui  
You are here

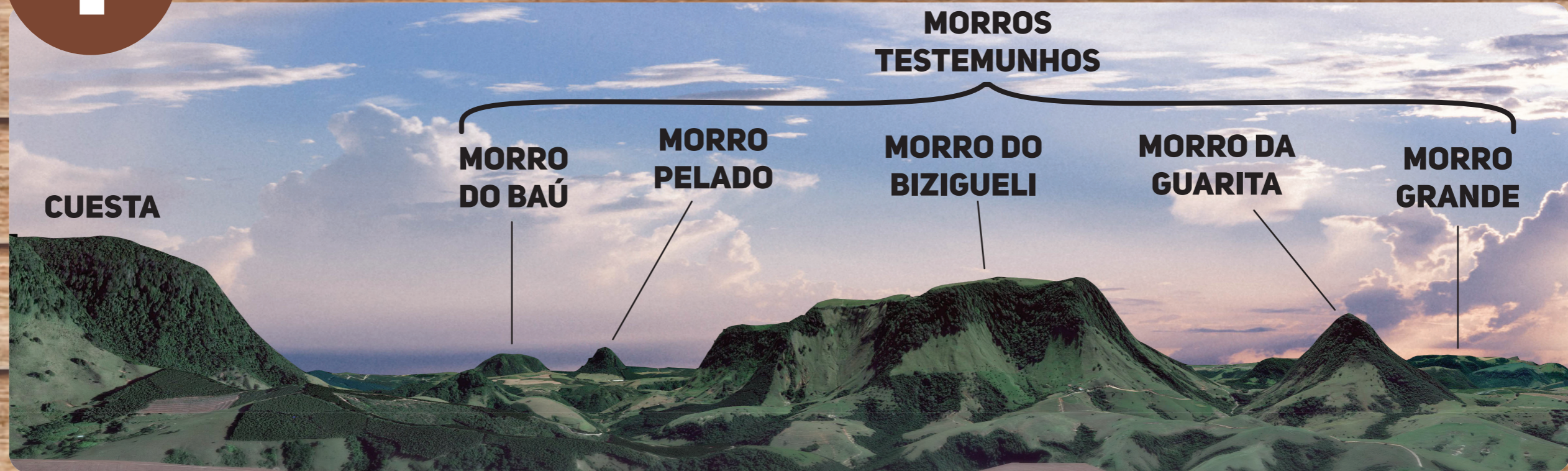
**Analândia - SP**



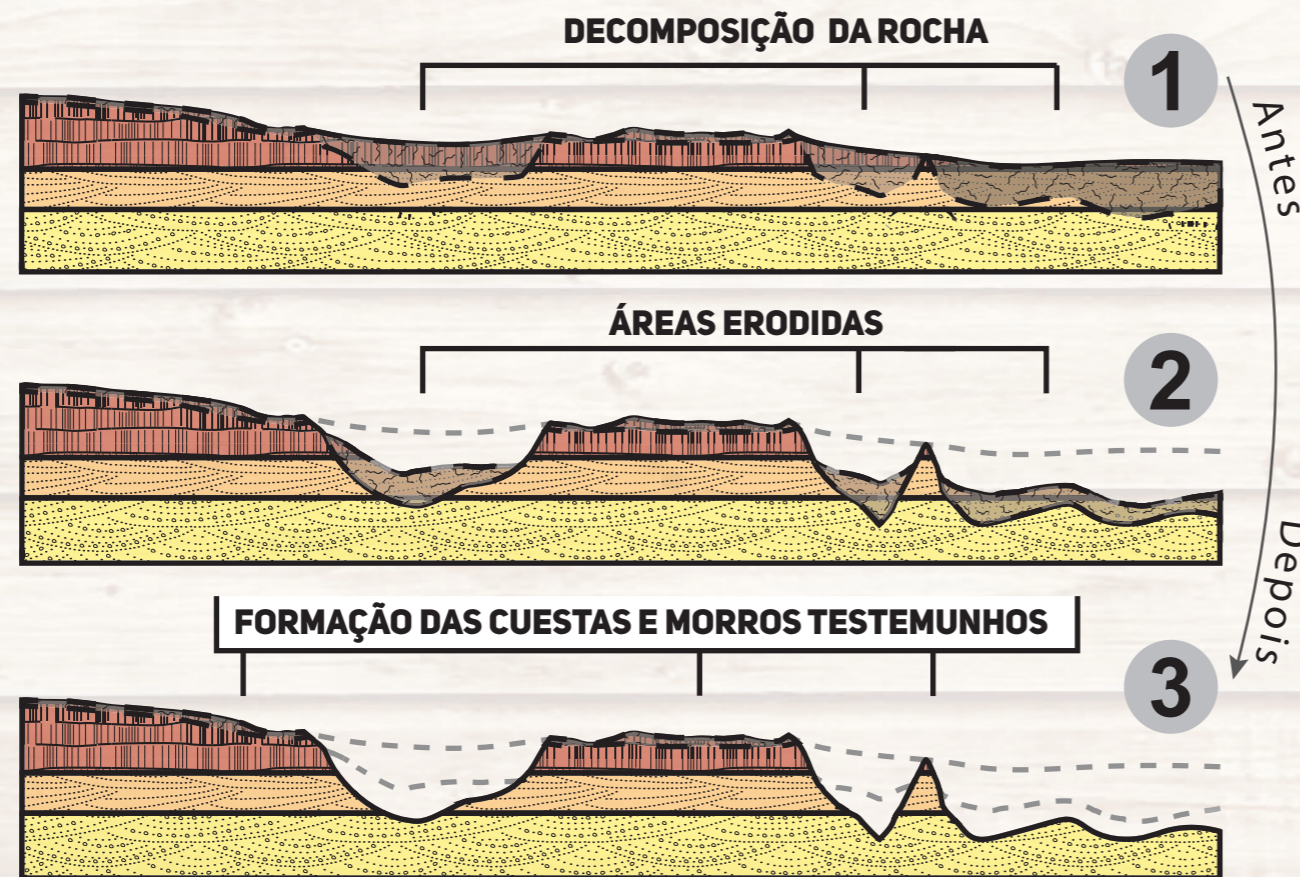
**APÊNDICE F - Proposta de Painel Interpretativo para o Geossítio “Mirante da Serra do Fazendão”**

1

# MIRANTE DA SERRA DO FAZENDÃO



## COMO A PAISAGEM SE FORMOU?



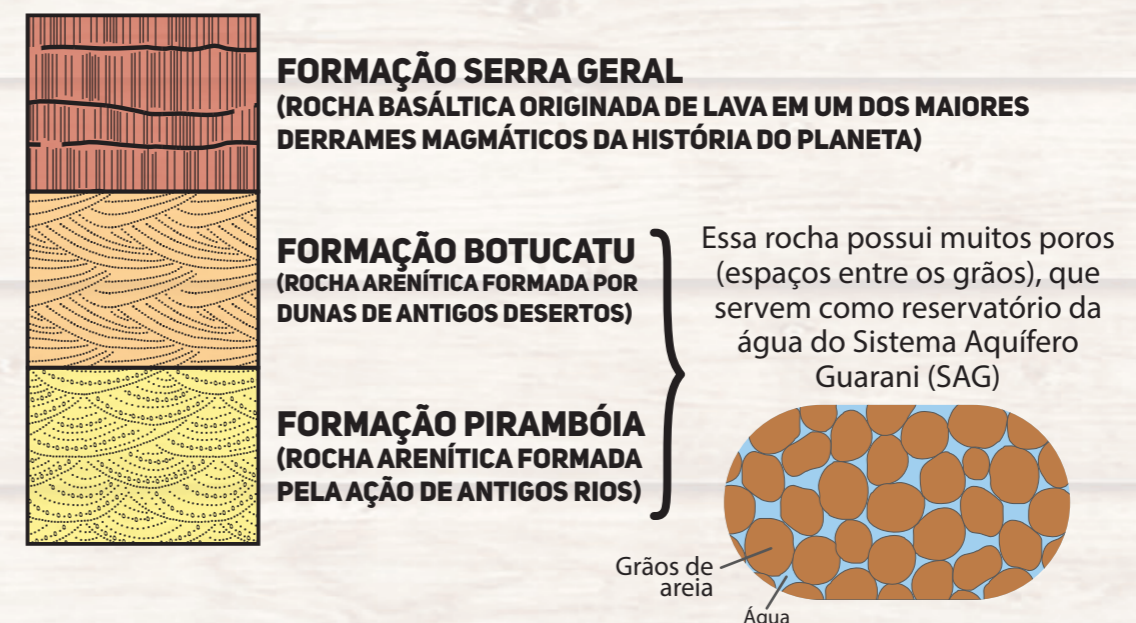
1. A chuva e a ação de organismos vivos causam a decomposição (intemperismo) das rochas. 2. O material decomposto é removido pela ação da erosão. 3. As porções mais resistentes da rocha demoram mais para intemperizar e erodir, formando os relevos residuais ou morro testemunhos.

## DO QUE SÃO FEITAS AS ROCHAS?

Cada cor do esquema ao lado representa uma camada de rocha

A camada superior é composta por rocha do tipo magmática  
As camadas inferiores são compostas por rochas do tipo sedimentar

Veja abaixo o nome e as principais características das 3 camadas de rochas encontradas na Serra de Itaqueri:



**APÊNDICE G - Mapa de Situação do Roteiro nos Geossítios “Seção da Serra do Fazendão”, “Mirante da Serra de Charqueada”, “Gruta do Fazendão” e “Mirante da Serra do Fazendão”**

# CAMPO DOS INGRESSANTES

GEOLOGIA - UNESP - RIO CLARO - 2018



# SERRA DO FAZENDÃO

MUNICÍPIOS: CHARQUEADA E IPEÚNA

PERCURSO DE TRILHA: ± 10 KM

COTA MAIS BAIXA: ± 700 M

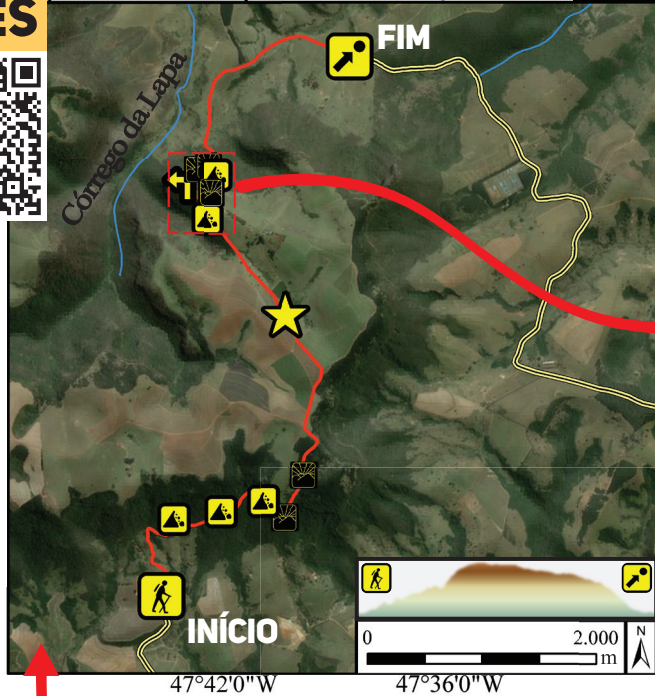
COTA MAIS ALTA: ± 1020 M

ELEVAÇÃO ACUMULADA: ± 450 M

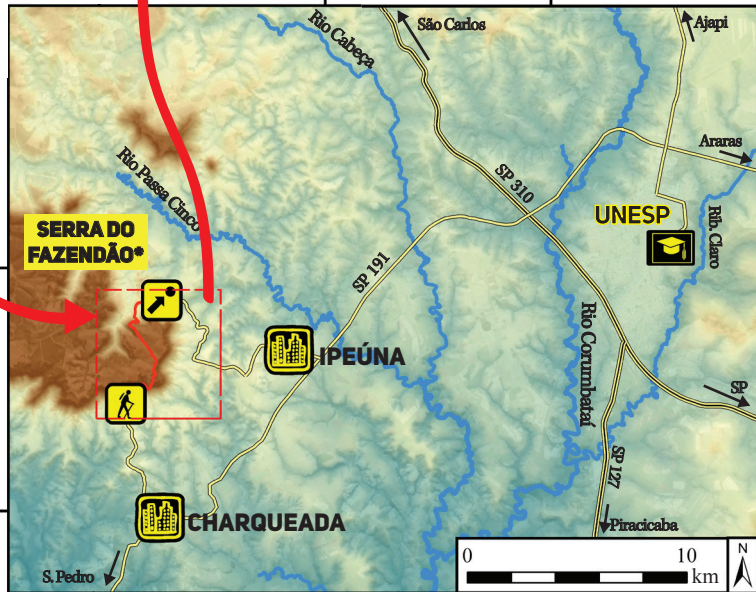
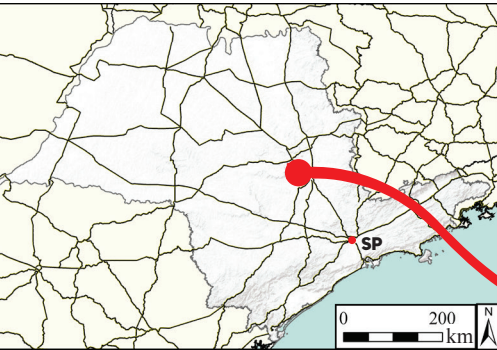
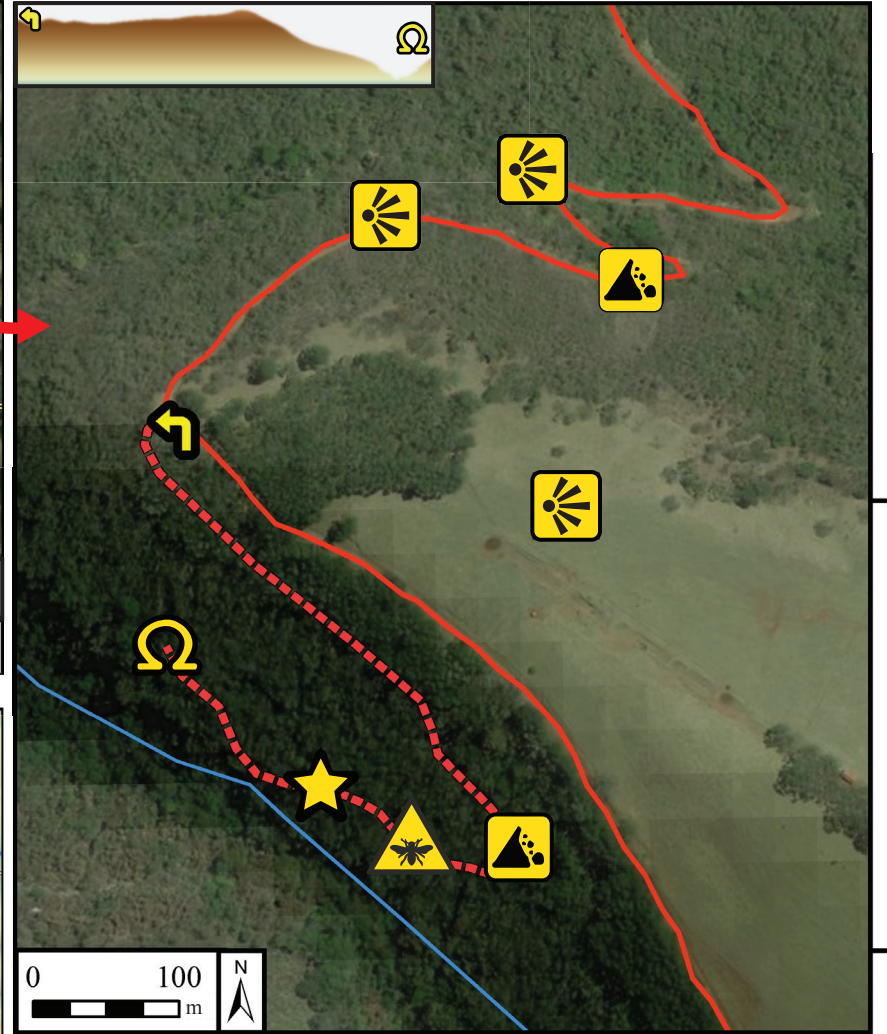
INCLINAÇÃO MÁXIMA: ± 45%

INCLINAÇÃO MÉDIA: ± 10%

DETALHE DA TRILHA DA SERRA



DETALHE DA TRILHA DA GRUTA



Legend for trail icons:

- ★ PRINCIPAIS AFLORAMENTOS
- ⚠ BARRANCO COM QUEDA DE BLOCOS
- ☀ MIRANTE
- Ω GRUTA DO FAZENDÃO
- 🐝 ABELHAS AGRESSIVAS

PROJETO  
**GEO PARK**  
CORUMBATAÍ  
ORGANIZAÇÃO: KOLYA, A.A. 2018  
DIAGRAM.: ARANTES, F.M.

\*também conhecida como: Serra de Ipeúna, Serra de Itaqueri, Serra dos Padres etc.

**ANEXOS**

**ANEXO A** - Quadro de critérios para a quantificação do Valor Científico (VC) com base em Brilha (2016)

1	2	4
<b>A. Representatividade</b>		
O geossítio ilustra, razoavelmente, elementos ou processos geológicos na área de estudo	O geossítio é um bom exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos geológicos	O geossítio é o melhor exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos geológicos
<b>B. Local Tipo</b>		
O geossítio é visitado por cientistas nacionais	O geossítio é visitado por cientistas internacionais	O geossítio é reconhecido pela IUGS ou pela IMA como local de referência
<b>C. Conhecimento Científico</b>		
Existem resumos apresentados em eventos científicos internacionais sobre este geossítio	Existem artigos sobre este geossítio publicados em periódicos científicos nacionais	Existem artigos sobre este geossítio publicados em periódicos científicos internacionais
<b>D. Integridade</b>		
Geossítio com problemas de preservação e com os elementos geológicos principais muito alterados ou modificados	Geossítio não bem preservado, mas com os elementos geológicos principais ainda preservados	Os elementos geológicos principais estão muito bem preservados
<b>E. Diversidade Geológica</b>		
Geossítio com 2 tipos de feições geológicas distintas com relevância científica	Geossítio com 3 tipos de feições geológicas distintas com relevância científica	Geossítio com mais de 3 tipos de feições geológicas distintas com relevância científica
<b>F. Raridade</b>		
Existem 4 ou 5 exemplos de geossítios semelhantes na área de estudo	Existem 2 ou 3 exemplos de geossítios semelhantes na área de estudo	O geossítio é único na área de estudo
<b>G. Limitação de Uso</b>		
Trabalhos de campo e coleta de amostras são dificultados devido a limitações difíceis de serem superadas (barreiras físicas, legais etc.)	É possível realizar trabalhos de campo e coletas de amostra após a superação de limitações	O geossítio não possui limitações para a realização de trabalhos de campo ou coletas de amostra

Fonte: Adaptado de Brilha (2016)

**ANEXO B - Quadro de critérios para a quantificação do Risco de Degradação (DR) com base em Brilha (2016)**

1	2	3	4
<b>A. Deterioração dos Elementos Geológicos</b>			
Pequena possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários	Possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários	Possibilidade de deterioração do elemento geológico primário	Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos
<b>B. Proximidade a Áreas com Potencial de Causar Degradação</b>			
Local situado a menos de 1 km de uma área/atividade potencialmente degradante	Local situado a menos de 50 m de uma área/atividade potencialmente degradante	Local situado a menos de 200 m de uma área/atividade potencialmente degradante	Local situado a menos de 50 m de uma área/atividade potencialmente degradante
<b>C. Proteção Legal</b>			
Local situado em área dotada de proteção legal e controle de acesso	Local situado em área dotada de proteção legal, mas sem controle de acesso	Local dotado de controle de acesso	Local situado em área sem proteção legal e sem controle de acesso
<b>D. Acessibilidade</b>			
Local sem acesso direto por estrada, mas a menos de 1km de uma parada de ônibus	Local acessível por ônibus através de estrada de terra	Local situado a menos de 500 m de uma estrada asfaltada	Local situado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e com espaço para parada de ônibus
<b>E. Densidade Populacional</b>			
Local situado em um município com menos de 100 habitantes/km <sup>2</sup>	Local situado em um município com menos de 100-250 habitantes/km <sup>2</sup>	Local situado em um município com menos de 250-1.000 habitantes/km <sup>2</sup>	Local situado em um município com mais de 1.000 habitantes/km <sup>2</sup>

Fonte: Adaptado de Brilha (2016)

**ANEXO C** - Quadro de critérios para a quantificação do Potencial de Uso Educativo (PUE) e do Potencial de Uso Turístico (PUT) com base em Brilha (2016)

1	2	3	4
<b>A. Vulnerabilidade</b>			
Existe possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos por atividade antrópica	Existe possibilidade de deterioração de elementos geológicos principais por atividade antrópica	Existe possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários por atividade antrópica	Os elementos geológicos do geossítio não apresentam possibilidade de deterioração por atividade antrópica
<b>B. Acessibilidade</b>			
Local sem acesso direto por estrada, mas a menos de 1 km de uma parada de ônibus	Local acessível por ônibus através de estrada de terra	Local situado a menos de 500 m de uma estrada asfaltada	Local situado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e com espaço para parada de ônibus
<b>C. Limitações de Uso</b>			
O uso por turistas e estudantes é muito difícil devido a limitações difíceis de se superar (permissão, acesso etc.)	O local pode ser utilizado por estudantes e turistas após a superação das limitações (permissão, acesso etc.)	O local só pode ser utilizado por turistas e estudantes ocasionalmente	O local não possui limitações quanto ao uso por turistas e estudantes
<b>D. Segurança</b>			
Local sem dispositivos de segurança, sem cobertura de telefonia móvel e localizado a mais de 50 km de distância de serviços de emergência	Local sem dispositivos de segurança, mas com cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 50 km de serviços de emergência	Local com dispositivos de segurança (cercas, escadas, corrimãos etc.), cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 25 km de serviços de emergência	Local com dispositivos de segurança (cercas, escadas, corrimãos etc.), cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 5 km de serviços de emergência

1	2	3	4
<b>E. Logística</b>			
Acomodação e alimentação para grupos de menos de 25 pessoas a menos de 50km de distância do local	Acomodação e alimentação para grupos de 50 pessoas a menos de 100km de distância do local	Acomodação e alimentação para grupos de 50 pessoas a menos de 50km de distância do local	Acomodação e alimentação para grupos de 50 pessoas a menos de 15km de distância do local
<b>F. Densidade Populacional</b>			
Local situado em um município com menos de 100 habitantes/km <sup>2</sup>	Local situado em um município com 100 a 250 habitantes/km <sup>2</sup>	Local situado em um município com menos de 250 a 1.000 habitantes/km <sup>2</sup>	Local situado em um município com mais de 1.000 habitantes/km <sup>2</sup>
<b>G. Associação com Outros Valores</b>			
Ocorrência de um valor ecológico ou um valor cultural a menos de 10 km do local	Ocorrência de um valor ecológico e um valor cultural a menos de 10 km do local	Ocorrência de diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10 km do local	Ocorrência de diversos valores ecológicos e culturais a menos de 5 km do local
<b>H. Panorama</b>			
Local ocasionalmente utilizado como destino turístico em roteiros locais	Local atualmente utilizado como destino turístico em roteiros locais	Local ocasionalmente utilizado como destino turístico em roteiros nacionais	Local atualmente utilizado como destino turístico em roteiros nacionais
<b>I. Raridade</b>			
O local exibe feições relativamente comuns no país	O local exibe feições muito comuns na região, mas incomuns em outras regiões do país	O local exibe feições raras e incomuns no país	O local exibe feições raras e incomuns no país ou nos países próximos
<b>J. Condições de Observação</b>			
Alguns obstáculos quase impossibilitam a observação dos principais elementos geológicos	Alguns obstáculos dificultam a observação dos elementos geológicos principais	Alguns obstáculos dificultam a observação de alguns elementos geológicos	Todos os elementos geológicos são observados em boas condições

1	2	3	4
<b>K. Potencial Didático (Somente PUE)</b>			
O local apresenta elementos geológicos que são ensinados na universidade	O local apresenta elementos geológicos que são ensinados no ensino médio	O local apresenta elementos geológicos que são ensinados no ensino fundamental (1º - 9º ano)	O local apresenta elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de educação
<b>L. Diversidade Geológica (Somente PUE)</b>			
Existe apenas 1 tipo de elemento da geodiversidade no local	Há 2 tipos de elementos da geodiversidade no local	Há 3 tipos de elementos da geodiversidade no local	Mais de 3 tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no local (mineralógico, paleontológico, geomorfológico etc.)
<b>K. Potencial Interpretativo (Somente PUT)</b>			
Os elementos geológicos são compreendidos apenas por especialistas	O público necessita de vasto conhecimento geológico prévio para compreender os elementos geológicos do local	O público necessita de algum conhecimento geológico prévio para compreender os elementos geológicos do local	O local apresenta elementos geológicos de forma muito clara e relevante para todos os tipos de público
<b>L. Contexto socioeconômico (Somente PUT)</b>			
O local está situado em município com renda familiar inferior à nacional	O local está situado em município com renda familiar semelhante à nacional	O local está situado em município com renda familiar superior à nacional	O local está situado em município com renda familiar no mínimo o dobro da nacional
<b>M. Proximidade a áreas recreacionais (Somente PUT)</b>			
Local situado a menos de 20 km de uma área de lazer ou atração turística	Local situado a menos de 5 km de uma área de lazer ou atração turística	Local situado a menos de 5 km de uma área de lazer ou atração turística	Local situado a menos de 5 km de uma área de lazer ou atração turística

Fonte: Adaptado de Brilha (2016)