



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JULIO DE MESQUITA FILHO”**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS**  
**EXATAS**



Trabalho de Conclusão de Curso – Relatório Final

Curso de Graduação em Geologia

**INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS GEOSSÍTIOS  
DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA (SP)**

Victor Manuel Affonso Gamallo

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Co-orientador: André de Andrade Kolya

Rio Claro (SP)

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

VICTOR MANUEL AFFONSO GAMALLO

**INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS GEOSSÍTIOS  
DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA (SP)**

Relatório Final do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Geólogo.

Rio Claro - SP

2018

G186i Gamallo, Victor Manuel Affonso  
INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS  
GEOSSÍTIOS DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA (SP) /  
Victor Manuel Affonso Gamallo. -- Rio Claro, 2018  
69 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso ( - ) -  
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade  
de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, Rio Claro  
Orientador: José Eduardo Zaine  
Coorientador: André de Andrade Kolya

1. Geodiversidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados  
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

VICTOR MANUEL AFFONSO GAMALLO

# INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS GEOSSÍTIOS DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA (SP)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Câmpus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Geólogo.

Comissão Examinadora:

José Eduardo Zaine (orientador)

Flávio Henrique Rodrigues

Paulina Setti Riedel

Rio Claro, dezembro de 2018.

Assinatura do (a) aluno(a)

Assinatura do(a) orientador(a)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Doutor José Eduardo Zaine, e ao André Kolya (Lara), pela paciência e por toda a ajuda e orientação durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Fátima e Manuel, à minha irmã Laura e à minha avó Ruth por todo amor, apoio e compreensão durante a graduação.

Aos colegas de geoconservação da UNESP, Caio Saad (Ferrugem), Leonardo Lessi e Marina Ciccolin por toda a ajuda e pelo companheirismo.

A todas as pessoas que a faculdade uniu a mim por meio de verdadeiras amizades, em especial aos meus colegas de condomínio, Henrique, Ian, João, Juan e Vitor (Dino), às minhas amigas mais próximas, Mariana (Meris), Manoela (Manô) e Natália, ao Vitor (Catarro) e Isabella, e ao meu amigo de longa data, Ricardo. Todos estiveram sempre presentes durante esses últimos 5 anos, e com eles eu guardo minhas melhores lembranças.

Por fim, à Giulia (Minnie), pela amizade, pelo apoio e pela companhia em todos os momentos, bons ou ruins, durante o último ano da graduação.

## RESUMO

O Município de Itirapina localiza-se na região Centro-Leste do estado de São Paulo e faz parte do contexto geológico da Bacia do Paraná, possuindo uma grande variedade de patrimônios geológicos. Itirapina está incluída no seleto grupo de municípios dessa região do estado que compõem o “Projeto Geoparque Corumbataí”, que visa a implementação de um geoparque, isto é, uma área onde ocorrem sítios e paisagens de relevância geológica e que é administrada com o objetivo de conservação desses elementos, e além da implantação do geoparque, o projeto busca também a certificação *Geopark* da UNESCO. Para que o projeto tenha êxito, se faz necessária a realização de estudos sobre os sítios da geodiversidade de toda a região contemplada pelo geoparque. Assim, o presente trabalho teve como principal objetivo estudar os sítios da geodiversidade do município de Itirapina, aplicando estratégias de geoconservação, com destaque para a inventariação e métodos de avaliação interpretativa para caracterização deles. Para tal, foi realizado um levantamento preliminar dos sítios baseado em artigos, teses, dissertações e publicações e em seguida foi utilizada a metodologia de inventariação proposta por Brilha (2005). Como resultados, foram obtidos o inventário dos sítios do município, e a avaliação feita a cerca deles. Esses resultados são de suma importância para o avanço da geoconservação e para a preservação do patrimônio geológico, visto que tanto o inventário como a avaliação atuam na identificação dos valores dos sítios, permitindo assim orientar subseqüentes estratégias de proteção e conservação da geodiversidade da área de estudo.

**Palavras chave:** Geodiversidade, Geoconservação, Geoparque.

## ABSTRACT

The municipality of Itirapina is located in the Center-East region of the state of São Paulo and is part of the geological context of the Paraná Basin, possessing a great variety of geological heritage. Itirapina is included in the select group of municipalities in this region of the state that make up the "Projeto Geoparque Corumbataí", which aims to implement a geopark, that is, an area where sites and landscapes of geological relevance occur and are administered with the objective of conservation of these elements, and in addition to the implementation of the geopark, the project also seeks the UNESCO Geopark certification. In order for the project to be successful, it is necessary to carry out studies on the geodiversity sites of the whole region contemplated by the geopark. Thus, the main objective of this work was to study the geodiversity sites of the of Itirapina, applying geoconservation strategies, with emphasis on the inventory and methods of interpretative evaluation to characterize them. For this, a preliminary survey of sites was carried out based on articles, theses, dissertations and publications, followed by the methodology of inventory proposed by Brilha (2005). As a result, the inventory of the sites of the municipality was obtained, and the evaluation made about them. These results are of great importance for the advancement of geoconservation and for the preservation of the geological heritage, since both the inventory and the evaluation act in the identification of the values of the geosites, thus allowing to guide subsequent strategies of protection and conservation of the geodiversity of the study area.

**Key words:** Geodiversity, Geoconservation, Geopark.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Município de Itirapina destacado em vermelho no mapa do estado de São Paulo .....	08
<b>Figura 2</b> - Imagem de satélite do município de Itirapina destacado em branco .....	08
<b>Figura 3</b> - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná. Destacado em vermelho, as formações aflorantes no município de Itirapina.....	23
<b>Figura 4</b> - Mapa geológico da Bacia do Corumbataí destacando o município de Itirapina em amarelo.....	24
<b>Figura 5</b> - Localização dos geossítios no mapa topográfico de Itirapina. Relação de numeração com os geossítios: 1 – geossítio Morro do Fogão; 2 – geossítio Morro do Baú; 3 - geossítio Cachoeira São José; 4 – geossítio Saltão Parque de Ecoturismo; 5 – geossítio Morro Pelado; 6 – geossítio Morro do Bizigueli; 7 – geossítio Gruta Boca do Sapo.....	29
<b>Figura 6</b> - Afloramentos da Fm. Botucatu observados do Morro do Fogão .....	30
<b>Figura 7</b> - Vista das escarpas da Serra de Itaqueri a partir do Morro do Fogão.....	32
<b>Figura 8</b> - Afloramento de arenito da Formação Botucatu no Morro do Baú .....	34
<b>Figura 9</b> - Blocos de basalto no topo do Morro do Baú .....	34
<b>Figura 10</b> - Afloramento de arenito da Formação Botucatu .....	35
<b>Figura 11</b> - Vista do Morro do Baú, de onde é possível observar o Morro Pelado .....	36
<b>Figura 12</b> - Cachoeira São José.....	38
<b>Figura 13</b> - Bar instalado nas proximidades da Cachoeira São José .....	39
<b>Figura 14</b> - Cachoeira do Saltão. Nota-se a diferença de coloração entre as porções inferiores e superiores, bem como algumas disjunções colunares mais próximas à lagoa no final da cachoeira, e lineações e exposições de planos de contato nas rochas mais acima .....	42
<b>Figura 15</b> - Cachoeira da Ferradura. É possível observar novamente a mudança de coloração entre as poções superiores e inferiores, bem como as linhas e planos de contato .....	43

<b>Figura 16</b> - Cachoeira do Monjolinho .....	44
<b>Figura 17</b> - Trilha de acesso às cachoeiras .....	45
<b>Figura 18</b> - Trilha de acesso às cachoeiras .....	45
<b>Figura 19</b> - Área destina a camping no Saltão Parque de Ecoturismo.....	46
<b>Figura 20</b> - Lanchonete do Saltão Parque de Ecoturismo .....	46
<b>Figura 21</b> - Morro Pelado .....	48
<b>Figura 22</b> - Abertura da Gruta Boca do Sapo .....	51

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Classificação de conteúdo dos geossítios, adaptada de Bertuluci (2017) ....	21
<b>Tabela 2</b> - Relação dos geossítios, unidades geológicas e localização geográfica .....	28
<b>Tabela 3</b> - Classificação de valores do geossítio Morro do Fogão .....	32
<b>Tabela 4</b> - Classificação de valores do geossítio Morro do Baú .....	37
<b>Tabela 5</b> - Classificação de valores do geossítio Cachoeira São José .....	40
<b>Tabela 6</b> - Classificação de valores do geossítio Saltão Parque de Ecoturismo.....	47
<b>Tabela 7</b> - Classificação de valores do geossítio Morro Pelado .....	49
<b>Tabela 8</b> - Classificação de valores do geossítio Morro do Bizigueli .....	50
<b>Tabela 9</b> - Classificação de valores do geossítio Gruta Boca do Sapo .....	52
<b>Tabela 10</b> - Classificação geral de valores dos geossítios. Relação de numeração com os geossítios: 1 – geossítio Morro do Fogão; 2 – geossítio Morro do Baú; 3 - geossítio Cachoeira São José; 4 – geossítio Saltão Parque de Ecoturismo; 5 – geossítio Morro Pelado; 6 – geossítio Morro do Bizigueli; 7 – geossítio Gruta Boca do Sapo .....	53

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1. Área de estudo .....	12
<b>2. PROBLEMÁTICA E IMPORTÂNCIA DO TEMA</b> .....	<b>14</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
4.1. Conceitos básicos .....	15
4.2. Valores do patrimônio geológico .....	16
4.3. Ameaças aos elementos da geodiversidade .....	17
4.3.1. Exploração de recursos geológicos .....	17
4.3.2. Desenvolvimento de obras e estruturas .....	18
4.3.3. Gestão de bacias hidrográficas .....	18
4.3.4. Agricultura, desmatamento e florestamento .....	18
4.3.5. Atividades militares .....	18
4.3.6. Atividades recreativas e turísticas .....	18
4.3.7. Coleta de Amostras para uso não científico .....	19
4.3.8. Ausência de informação e educação ambiental .....	19
4.4. Estratégias de geoconservação .....	19
4.5. Iniciativas brasileiras de geoconservação .....	21
4.6. Projeto Geopark Corumbataí .....	22
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
<b>6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>26</b>
6.1. Clima .....	26
6.2. Hidrografia .....	26
6.3. Geomorfologia .....	27
6.4. Contexto Geológico .....	28
6.4.1. Estratigrafia .....	28
6.4.1.1. Formação Pirambóia .....	30
6.4.1.2. Formação Botucatu .....	30
6.4.1.3. Formação Serra Geral .....	31

6.4.1.4. Formação Itaqueri .....	31
6.4.2 Geologia Estrutural .....	32
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>7.1. Geossítio Morro do Fogão .....</b>	<b>35</b>
7.1.1. Localização .....	35
7.1.2. Geologia e geomorfologia .....	35
7.1.3. Tipologia e valores do geossítio .....	36
<b>7.2. Geossítio Morro do Baú .....</b>	<b>38</b>
7.2.1. Localização .....	38
7.2.2. Geologia e geomorfologia .....	38
7.2.3. Tipologia e valores do geossítio .....	41
<b>7.3. Geossítio Cachoeira São José .....</b>	<b>42</b>
7.3.1. Localização .....	42
7.3.2. Geologia e geomorfologia .....	43
7.3.3. Tipologia e valores do geossítio .....	43
<b>7.4. Geossítio Saltão Parque de Ecoturismo .....</b>	<b>45</b>
7.4.1. Localização .....	45
7.4.2. Geologia e geomorfologia .....	46
7.4.3. Tipologia e valores do geossítio .....	49
<b>7.5. Geossítio Morro Pelado .....</b>	<b>52</b>
7.5.1. Localização .....	52
7.5.2. Geologia e geomorfologia .....	52
7.5.3. Tipologia e valores do geossítio .....	53
<b>7.6. Geossítio Morro do Bizigueli .....</b>	<b>54</b>
7.6.1. Localização .....	54
7.6.2. Geologia e geomorfologia .....	54
7.6.3. Tipologia e valores do geossítio .....	55
<b>7.7. Geossítio Gruta Boca do Sapo .....</b>	<b>56</b>
7.7.1. Localização .....	56
7.7.2. Geologia e geomorfologia .....	56
7.7.3. Tipologia e valores do geossítio .....	57

<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>58</b>
<b>9. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente, são recentes as preocupações com o meio ambiente e o impacto que a sociedade tem sobre ele, e, desde então, a relação do homem com a natureza passou a mudar e ser observada com mais atenção. Quando se trata de conservação da natureza, a vertente direcionada à biodiversidade é a mais reconhecida e discutida, devido ao impacto mais direto do homem sobre os elementos bióticos do meio ambiente. No entanto, a vertente relativa à conservação dos elementos da geodiversidade, denominada geoconservação, não recebe a mesma atenção, mesmo que seus elementos constituam o suporte essencial para a biodiversidade. Segundo Gray (2004), o termo “geodiversidade” originou-se na Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística de 1993, realizada no Reino Unido.

Por geodiversidade, adota-se o conceito elaborado pela Royal Society for Nature Conservation do Reino Unido e exposto em Brilha (2005):

*“A Geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra.”*

Dessa forma, entende-se que a geodiversidade abrange somente os aspectos abióticos do planeta, e apesar disso, toda a biodiversidade bem como a evolução da espécie humana e da sociedade em si estão intrinsecamente ligados a ela, evidenciando sua importância para a manutenção da vida.

A identificação e a caracterização dos elementos da geodiversidade constituem o processo conhecido como inventariação. Segundo Grandgirard (1999), a inventariação é essencial para o desenvolvimento e implementação de uma estratégia de geoconservação uma vez que este conhecimento sobre o patrimônio geológico constituirá a base de dados necessária para implementar as ações subsequentes da estratégia de geoconservação, orientar a determinação do tipo e extensão das medidas necessárias de proteção dos geossítios, bem como otimizar a gestão do ambiente, dos recursos geológicos e das paisagens naturais,

possibilitando, assim, o regramento entre os usos destas matérias primas e a proteção da natureza.

As áreas geográficas onde ocorrem sítios e paisagens de relevância geológica que são administrados objetivando conservação, educação e desenvolvimento sustentável são chamadas de Geoparques.

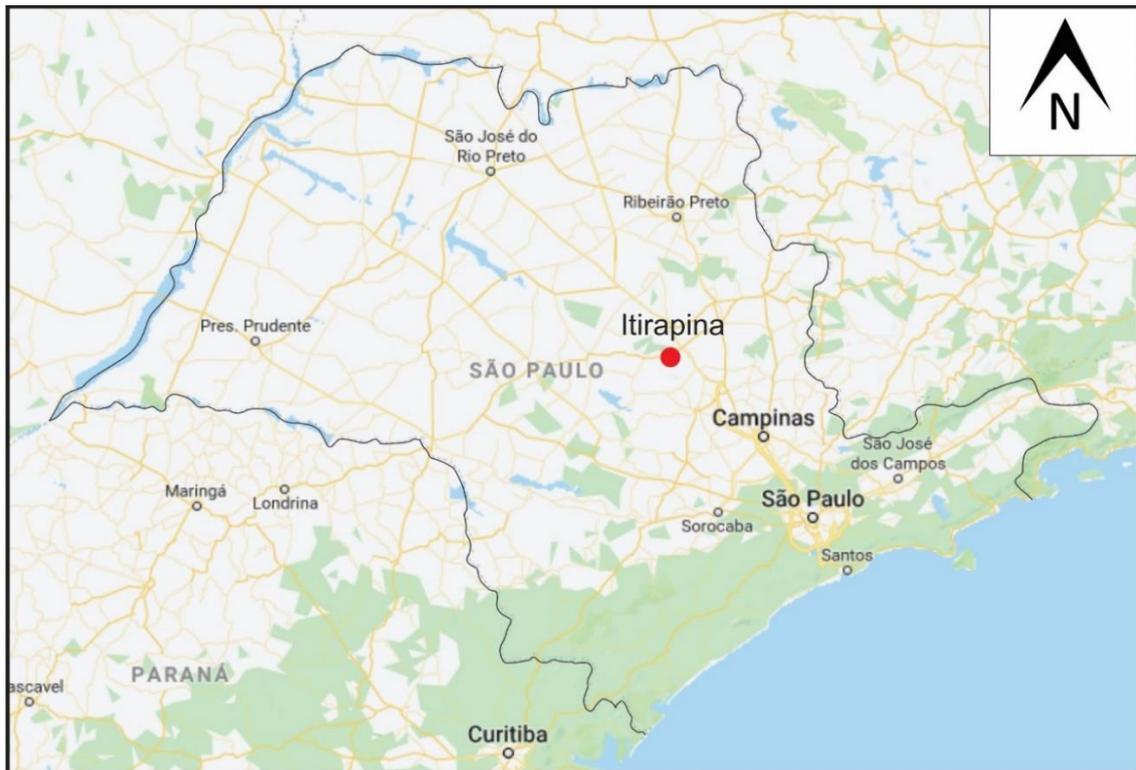
### **1.1. Área de Estudo**

O presente trabalho foca seus estudos na Bacia do Rio Corumbataí, região Centro-Leste do estado de São Paulo mais especificamente no município de Itirapina (Figuras 1 e 2), que faz parte do “Projeto Geoparque Corumbataí”, que visa a implementação de um geoparque na área. A região em questão faz parte da entidade geológica da Bacia do Paraná, que segundo Ribeiro et al (2013), apresenta uma assembleia natural rica, reunindo geossítios com conteúdo de alto valor espeleológico, estratigráfico, geomorfológico, paleoambiental, paleontológico e sedimentológico, fazendo de suma importância o estudo e a aplicação de estratégias de geoconservação em tais locais.

Itirapina, que em tupi significa “Morro Pelado”, em referência ao Morro Pelado, morro de 930 metros de altitude coberto por vegetação de mata atlântica e cerrado que se localiza na parte sul do município, cresceu a partir de um antigo povoamento do século XVII. Apesar disso, a cidade só comemora seu ano de fundação a partir de 1935, ano em que adquiriu a condição de município, abrangendo o distrito de Itaqueri da Serra, que fica a cerca de 30 km do centro da cidade.

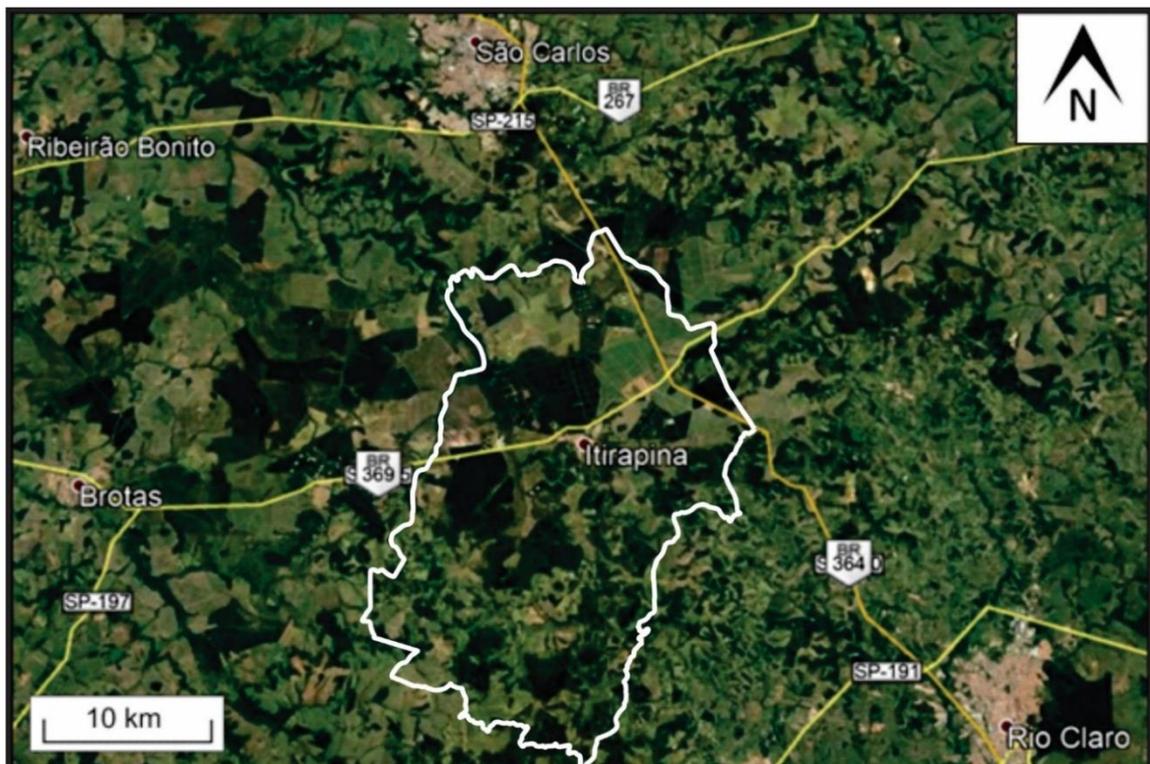
Localizado na porção centro-oeste da Bacia do Corumbataí, o município de Itirapina possui em seu território predominantemente sequências de rochas do período Mesozóico, ou seja, principalmente as formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral. Geomorfologicamente, tais rochas compõe as feições de cuevas da Serra do Itaqueri, conferindo a Itirapina beleza natural única, com paredões, morros, cavidades, cavernas e quedas d’água com elevado potencial turístico.

Figura 1: Município de Itirapina destacado em vermelho no mapa do estado de São Paulo.



Fonte: Google maps.

Figura 2: Imagem de satélite do município de Itirapina destacado em branco.



Fonte: Google Earth.

## **2. PROBLEMÁTICA E IMPORTÂNCIA DO TEMA**

O presente trabalho inclui-se no contexto do chamado “Projeto Geoparque Corumbataí”, que visa implementar um geoparque no território da Bacia do Rio Corumbataí, bem como obter a certificação *Geopark* da Unesco. A área do Geoparque inclui os municípios de Analândia, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes. Para contribuir com o projeto de geoconservação, se fazem necessários estudos de caracterização dos elementos de geodiversidade e dos geossítios dos municípios envolvidos.

Assim, este trabalho se justifica por preencher uma pequena lacuna nessa etapa prévia de implantação do geoparque realizando estudos nos elementos de geodiversidade e geossítios do município de Itirapina, tendo como objetivo também a contribuição ao fomento à geoconservação na região.

## **3. OBJETIVOS**

Sob tal perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo contribuir para o estudo e para a conservação do patrimônio geológico do município de Itirapina. Para isso, buscou-se realizar a inventariação dos geossítios do município, processo esse que é primordial em estratégias de geoconservação e envolve a caracterização geológica dos geossítios, bem como sua avaliação interpretativa, que é feita de acordo com valores a eles atribuídos a partir da utilização de critérios avaliativos.

Espera-se auxiliar na proteção dos elementos da geodiversidade analisados em Itirapina, além de fomentar a geoconservação na área de estudo e favorecer o avanço do “Projeto Geopark Corumbataí”.

## **4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo aborda a definição e o significado das terminologias utilizadas no contexto do trabalho, como geodiversidade, geoconservação, geossítios, patrimônio geológico e suas temáticas, além de iniciativas e projetos atuantes nessas áreas.

#### 4.1. Conceitos básicos

Como já elucidado no capítulo introdutório do presente trabalho, geodiversidade pode ser definida como:

*“A natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico” (CPRM, 2016).*

O conceito de geoconservação é relativamente simples, pode-se dizer que é o conjunto de medidas tomadas em prol da proteção e conservação dos elementos da geodiversidade. Sharples (2002) aponta ainda que a geoconservação tem como objetivo conservar a diversidade natural de significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e de solos, garantindo a manutenção da história de sua evolução.

Os locais de ocorrência natural dos elementos da geodiversidade são denominados geossítios. O ICNF, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas de Portugal define o conceito de geossítio como um determinado elemento do património geológico que constitui uma ocorrência de reconhecido valor científico, podendo ainda apresentar mais do que um tipo de valor como didático, cultural, estético, econômico, turístico e outros que serão tratados no próximo tópico deste capítulo

Portanto, do ponto de vista científico, os geossítios são locais onde os minerais, as rochas, os fósseis, os solos e outros elementos geológicos possuem características que fornecem importantes informações sobre a história geológica do nosso planeta.

Denomina-se então como “patrimônio geológico” de uma determinada região o conjunto de geossítios considerados nesse mesmo território. Assim, o principal objetivo da geoconservação é a elaboração e implementação de estratégias de conservação do patrimônio geológico a partir da utilização de metodologias de trabalho que visam à sistematização de ações de inventariação, avaliação,

conservação, valorização, divulgação e monitoramento do patrimônio geológico de uma determinada área, seja um país, estado, área protegida, entre outros (BRILHA, 2005).

#### **4.2. Valores do patrimônio geológico**

Brilha (2005) e Gray (2004) definiram os valores mais importantes atribuídos aos elementos da geodiversidade e patrimônio geológico, sendo eles o valor intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo.

De acordo com ambos os autores, o valor intrínseco é o mais subjetivo e difícil de ser descrito. Isso se deve ao fato de tal valor estar ligado com as perspectivas filosóficas e religiosas de cada sociedade e cultura (BRILHA, 2005). Assim, pode-se dizer que o valor intrínseco, refere-se à concepção de que os elementos da geodiversidade possuem um valor independente do julgamento do homem, isto é, por suas próprias existências e, não necessariamente, pela possibilidade de serem utilizados ou não pelo ser humano (BERTULUCI, 2017).

Gray (2004) define valor cultural como o valor colocado pela sociedade em algum aspecto do ambiente físico em razão de seu significado social ou comunitário, isto é, quando há relação entre o meio físico e o desenvolvimento social do homem. Além disso, o autor cita a influência da geodiversidade em vários âmbitos culturais como folclore, arqueologia, história e espiritualidade.

O conceito de valor estético é simples, se tratando basicamente da beleza de um determinado elemento, isto é, como citado por Gray (2004), o apelo visual fornecido pelo meio físico. Brilha (2005) ainda esclarece que grande parte do deslumbramento do público pelo contato com a natureza está associado a aspectos geológicos.

O conceito de valor econômico é objetivo, trata-se da utilidade de elementos geológicos para a sociedade, sendo tais elementos bens minerais metálicos e não-metálicos, dos quais a sociedade é dependente em uma multiplicidade de setores, dentre eles o energético (petróleo, carvão, gás natural), de construção civil (areia, calcários, granitos, argilas, entre outros.), da obtenção de matéria prima para a manufatura dos mais diversos produtos, entre outros (BERTULUCI, 2017).

De acordo com Gray (2004), o valor funcional se refere ao papel de elementos geológicos nos sistemas ambientais físico e biológico, e segundo Brilha (2005) pode ser encarado de duas formas: pelo valor utilitário *in situ* de caráter utilitário para o homem; e pelo valor como substrato para sustentação dos sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre.

O valor científico se refere à importância de determinado elemento da geodiversidade para pesquisas e para o conhecimento científico. Para Brilha (2005), a investigação científica, no domínio das Ciências da Terra, baseia-se no acesso e posterior estudo de amostras representativas da geodiversidade.

Quanto ao valor educativo, ele se baseia principalmente no contato com os elementos da geodiversidade. Para Brilha (2005), a educação em Ciências da Terra só pode ter sucesso se permitir o contato direto com a geodiversidade, seja em atividades educacionais formais de âmbito escolar ou em atividades educativas informais voltadas para o público em geral.

### **4.3. Ameaças aos elementos da geodiversidade**

Os elementos da geodiversidade apresentam, no geral, características físicas e visuais que levam a crer que possuem elevada resistência e durabilidade e que não apresentam vulnerabilidade. No entanto, há diversas situações nas quais tais elementos apresentam-se ameaçados, sendo essas ameaças em sua grande maioria por ações antrópicas que serão elucidadas a seguir:

#### **4.3.1. Exploração de recursos geológicos**

De acordo com Brilha (2005), a exploração de recursos geológicos pelo homem pode ameaçar a geodiversidade ao nível de paisagem, destruindo-a parcial ou completamente e ao nível de afloramento, com a destruição de elementos geológicos de importância como fósseis e minerais. Além disso as atividades de exploração podem também alterar as dinâmicas naturais dos processos geológicos e causar contaminações em recursos hídricos superficiais e subterrâneos (BERTULUCI, 2017).

#### 4.3.2. Desenvolvimento de obras e estruturas

Toda obra e construção requer um processo inicial de alteração do meio físico para possibilitar a sua realização, e nesse processo pode ocorrer a destruição da paisagem e de elementos geológicos e alterações de processos geológicos naturais.

#### 4.3.3. Gestão de bacias hidrográficas

A construção de barragens, diques e canais altera a dinâmica natural dos cursos de água (BRILHA, 2005).

#### 4.3.4. Agricultura, desmatamento e florestamento

Bertuluci (2017) resume bem como tais fatores ameaçam a geodiversidade a partir: do crescimento de vegetação que pode ocultar os elementos geológicos, diminuindo os valores científicos e pedagógicos; do desmatamento acelera a erosão dos solos; e da agricultura pode deteriorar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, além de contribuir para a erosão dos solos.

#### 4.3.5. Atividades militares

A utilização de máquinas pesadas e bombardeios contribuem para o aumento da erosão de solos e formação de crateras, além disso munições abandonadas em terrenos podem ter um impacto negativo na qualidade dos solos e águas superficiais e subterrâneas (BRILHA 2005).

#### 4.3.6. Atividades recreativas e turísticas

A utilização de automóveis em locais sensíveis e com solos frágeis, como dunas ou zonas montanhosas, pode levar ao rompimento do equilíbrio destas estruturas geológicas. As visitas a grutas e cavernas podem levar à destruição das

estruturas cársticas, enquanto as atividades de escalada em determinadas zonas podem deteriorar a própria escarpa (BRILHA, 2005).

#### 4.3.7. Coleta de amostras para uso não científico

Alguns elementos geológicos como fósseis e minerais são extraídos para coleção privada ou fins comerciais, e a coleta indiscriminada de tais materiais pode levar o público a não ter mais acesso a alguns deles.

#### 4.3.8. Ausência de informação e educação ambiental

Bertuluci (2017) define este último item como o dano aos elementos geológicos e desestabilização dos processos naturais devido à ignorância aos valores da geodiversidade, por parte da própria comunidade acadêmica, políticos e público em geral.

### **4.4. Estratégias de geoconservação**

Brilha (2005) esclarece que as estratégias de geoconservação devem consistir na concretização de uma metodologia de trabalho que visa sistematizar as tarefas no âmbito da conservação do patrimônio geológico de uma determinada área. O mesmo autor ainda apresenta que tais tarefas devem ser reunidas nas seguintes etapas sequenciais: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitorização.

A inventariação é o primeiro passo para o desenvolvimento de uma estratégia de geoconservação, mostrando-se como uma ferramenta essencial para identificar, selecionar, e caracterizar os elementos representativos da geodiversidade dignos de proteção (LIMA, 2008).

A identificação e seleção dos geossítios deve ser baseada em critérios estabelecidos de acordo com os objetivos pré-definidos, âmbito de trabalho e especificidades do território que se pretende inventariar. Além disso, esta inventariação deve se desenvolver de forma sistemática e sustentada no

conhecimento científico dos pesquisadores que atuam no território a ser inventariado (LIMA, 2008).

A etapa de quantificação, segundo Pereira (2006), visa estabelecer o valor do geossítio, a partir do cálculo de relevância, que deve ser o mais objetivo possível e que integre diversos critérios. Tal etapa é de suma importância pois através dela torna-se possível comparar os geossítios analisados determinando assim uma ordem de prioridade de conservação.

A etapa de classificação consiste no enquadramento legal do patrimônio geológico para sua conservação, gestão e monitoramento, compreendendo também a identificação de pessoas ou instituições interessadas em apoiar a conservação do geossítio (BERTULUCI, 2017).

A etapa de conservação consiste em medidas de proteção da integridade dos geossítios para evitar sua deterioração. O tipo de medida a ser tomada depende das características dos elementos a serem protegidos. A conservação deve garantir que os elementos da geodiversidade, como fósseis, minerais e rochas se mantenham íntegros, se possível *in situ*, e que ocorra a sua divulgação, para conscientização da população à cerca da preservação do patrimônio geológico. No entanto, Gray (2004) sugere que em casos extremos de alta raridade dos elementos em questão, as medidas podem ser mais drásticas, chegando até à restrição física.

A etapa de valorização consiste no conjunto de ações de informação e interpretação que tem o objetivo de ajudar o público a reconhecer o valor dos geossítios (BRILHA, 2005). Como exemplo dessas ações podem ser citados os painéis interpretativos instalados em alguns geossítios.

A divulgação, por sua vez, compreende a difusão e a ampliação da conscientização geral da sociedade em relação a conservação do patrimônio geológico, através da utilização de diversificados recursos (LIMA, 2008).

A última etapa, a monitorização, é um instrumento de controle e gestão do patrimônio geológico. Brilha (2005) diz que o processo de monitoramento ajuda a direcionar as ações de conservação, tendo em vista a manutenção da relevância do geossítio e o seu grau de vulnerabilidade. Assim, o monitoramento no âmbito da geoconservação permitirá avaliar e orientar as medidas de gestão do patrimônio geológico, como planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação

do patrimônio geológico em estudo, bem como auxiliar na definição das políticas ambientais (LIMA, 2008).

#### **4.5. Iniciativas brasileiras de geoconservação**

No Brasil, a geoconservação ainda é uma temática muito recente. Apesar de vários trabalhos desenvolvidos e em desenvolvimento, em grande parte por instituições de ensino, instituições públicas e órgãos vinculados à sociedade geológica, o país ainda carece de muitas pesquisas em seu território para reconhecimento de seu patrimônio geológico (ROMÃO & GARCIA, 2017).

Uma das primeiras ações nesse sentido foi a criação, pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), do Grupo de Trabalho Nacional de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, em 1993 (RIBEIRO et al., 2013). Mais tarde, em 1997, tal grupo seria substituído com a criação Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) que, segundo Nascimento et al. (2008), foi composta por entidades públicas e privadas representadas pelas comunidades geológicas, que tinham o objetivo de identificar locais de interesse geológico no país.

Outra iniciativa nacional de destaque foi o lançamento do projeto “Geoparques do Brasil” pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), em 2006, que teve como objetivo promover a identificação, a descrição e a avaliação do patrimônio geológico brasileiro a partir de propostas de regiões com potencial para a criação de geoparques (ROMÃO & GARCIA, 2017). Tal projeto vem sendo executado pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com universidades e órgãos ou entidades federais e estaduais, que tenham interesses em participar do projeto, e em harmonia com as comunidades locais (LIMA, 2008).

Vale ressaltar que dos diversos geoparques propostos no território brasileiro, apenas o Geoparque Araripe, no Ceará, é reconhecido pela UNESCO e pela Rede Global de Geoparques (RGG). O Geopark Araripe foi o primeiro geoparque reconhecido pela RGG, além de ser também o primeiro geoparque das Américas (LIMA, 2008).

Além dessas iniciativas, outros projetos foram criados desde o ano de 2000 com o objetivo de promover a divulgação do conhecimento geológico como base para preservar o patrimônio geológico de suas respectivas regiões de atuação, como o

Projeto Caminhos Geológicos (RJ), o Projeto Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná (PR), o Projeto Caminhos Geológicos da Bahia (BA) e o Projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte (RN).

No que tange ao respaldo legal da conservação do patrimônio geológico, o Brasil apresenta a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, referindo-se à geodiversidade em seu art.04: “proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural” (BERTULICI, 2017). A mesma autora, citando Nascimento et al. (2008), elucida que as categorias de unidade de conservação do SNUC dividem-se em: unidades de proteção integral, em que são admitidos apenas usos indiretos dos recursos naturais, como atividades ligadas à pesquisas científica, à educação ambiental e ao turismo, com exceção de casos previstos no SNUC; e unidades de uso sustentável, em que se busca compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de seus recursos, sendo permitidas atividades como mineração, pecuária ou agricultura.

#### **4.6. Projeto Geoparque Corumbataí**

O Projeto Geoparque Corumbataí é uma iniciativa, integrada por pessoas e instituições que visam implementar um Geopark da UNESCO na região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, interior do estado de São Paulo. O projeto visa proteger e valorizar o patrimônio natural da região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí por meio de estratégias de geoconservação. Uma das ferramentas fundamentais da estratégia é o desenvolvimento do geoturismo consciente, que, sustentado pela cultura local, promove o desenvolvimento sustentável na região.

Fazem parte: os municípios de Analândia, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes; diversas instâncias do poder público, como o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ); universidades como a Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Rio Claro e a Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); e também empresas privadas do segmento turístico dos municípios envolvidos.

A região da Bacia do Rio Corumbataí é detentora de uma singular geodiversidade, reunindo sítios com conteúdo de alto valor espeleológico, estratigráfico, geomorfológico, paleoambiental, paleontológico e sedimentológico (BERTULUCI, 2017). A mesma autora ainda cita diversas iniciativas que veem contribuindo para o levantamento e preservação do patrimônio da região como o projeto Monumentos Geológicos da Região de Rio Claro, atuante desde 2006, trabalhos realizados pelo Espeleogrupo Rio Claro (Egric) nas cavernas da região, além de vários estudos contribuintes para a inventariação dos valores da geodiversidade como os de de Simões e Fittipaldi (1988), Zaine e Perinotto (1996), Zaine e Zaine (2009), e Ribeiro et al. (2013).

## **5. METODOLOGIA**

A realização do trabalho foi dividida em 3 etapas. A primeira etapa consistiu na pesquisa e revisão bibliográfica de artigos, dissertações, livros e teses para embasamento teórico do projeto e obtenção de conhecimento geológico prévio da área de estudo, visando auxiliar no planejamento da etapa de campo. A revisão bibliográfica teve como foco as características físicas e geológicas do município de Itirapina e as temáticas de geodiversidade e geoconservação, e teve como principais bases de consulta o Google Acadêmico, o Atlas ambiental da bacia do rio Corumbataí e as bibliotecas digitais de teses e dissertações das universidades brasileiras

A segunda etapa consistiu na coleta de dados a partir da realização de excursões de campos para análise dos elementos de geodiversidade e geossítios, levando como critérios: localização, contexto geológico e fisiográfico, tipologia do geossítio e seus valores potenciais. Essa etapa foi o início do processo de inventariação dos geossítios, que é o primeiro passo para o desenvolvimento de uma estratégia de geoconservação, visto que se trata de uma ferramenta essencial para identificar, selecionar e caracterizar os elementos representativos da geodiversidade dignos de proteção (LIMA, 2008).

Foi iniciado a partir de um reconhecimento geral da área de estudo, para que, conhecendo-se os tipos de ocorrências, fosse possível definir a tipologia dos geossítios que foram inventariados. Seguindo a metodologia proposta por Brilha (2005), durante o processo de inventariação cada geossítio foi devidamente

localizado numa carta topográfica e geológica, com recurso de um aparelho de GPS. Para cada local, foram feitos registos fotográficos e uma ficha de caracterização no campo. Neste trabalho foi usada a ficha sugerida pela Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico (PROGEO).

A terceira e última etapa consistiu em integrar os dados obtidos na caracterização dos geossítios para sua subsequente avaliação, que consiste na definição de conteúdos dos geossítios analisados de acordo com as características de cada um deles.

Os conteúdos avaliados nos geossítios por este trabalho foram: geomorfológico; paleontológico; estratigráfico; tectônico, hidrogeológico; geotécnico; mineralógico; geoquímico; petrológico; geofísico; mineiro; museus e coleções; e geoturístico. Para mensurar a presença de cada conteúdo, foram atribuídos três possíveis valores: baixo; médio; e alto, e confeccionou-se a tabela de classificação (Tabela 1), adaptada de Bertuluci (2017).

Para avaliar o valor do conteúdo geomorfológico dos geossítios, levou-se em consideração a relevância de cada um deles para o entendimento do relevo e sua evolução na área de estudo.

Já para o conteúdo paleontológico, avaliou-se o seu valor em cada geossítio com base nas evidências fósseis encontradas neles.

O valor do conteúdo estratigráfico foi avaliado baseando-se na quantidade de rocha exposta e/ou na quantidade de formações geológicas expostas em cada um dos geossítios analisados.

Já o valor do conteúdo tectônico foi avaliado levando em consideração a possível influência dos eventos tectônicos regionais nos geossítios da área de estudo.

Para avaliar o valor do conteúdo hidrogeológico, levou-se em consideração a presença de rochas, nos geossítios, que componham aquíferos e/ou possam ser potenciais áreas de recargas deles.

O valor do conteúdo geotécnico foi avaliado com base na proximidade dos geossítios de rodovias e/ou construções.

Já a avaliação de valor do conteúdo mineralógico dos geossítios foi realizada baseando-se na presença de cristais bem formados de minerais, ou na presença de minerais raros.

Para a avaliação do valor do conteúdo geoquímico dos geossítios, levou-se em consideração a presença de alterações de rocha e formação de solo

O valor do conteúdo petrológico dos geossítios foi avaliado com base na presença de rochas que merecem atenção e estudo.

Para o conteúdo geofísico, avaliou-se seu valor buscando-se nos geossítios elementos que pudessem ser estudados pelas técnicas da geofísica para melhor compreensão de eventos como tremores de terra, ou para buscar possíveis depósitos minerais.

O valor do conteúdo mineiro dos geossítios foi avaliado levando em consideração a presença de rochas que pudessem ter alguma utilidade para a sociedade e que pudessem ser extraídas sem a deterioração/destruição dos geossítios.

Já o valor do conteúdo para museus e coleções nos geossítios foi avaliado com base na presença de elementos raros da geodiversidade como fósseis, minerais e rochas que pudessem ser levados como amostras, também sem a deterioração/destruição dos geossítios.

Por fim, a avaliação do valor do conteúdo geoturístico dos geossítios foi realizada baseada no grau de beleza cênica de cada um deles, visto que vários elementos da geodiversidade como cavernas, serras e cachoeiras são muito comumente alvo de turismo de observação e admiração. Além disso, levou-se também em consideração a possibilidade de práticas esportivas e aventureiras nos geossítios, tais como *trekking*, rapel, *mountain biking*, *canyoning*, *cascading* e saltos de asa delta e *paraglider* (parapente em português). Por último, ainda levou-se em conta a presença de serviços de hospedagem e alimentação nos geossítios ou em suas proximidades, fatores que aumentam a atratividade turística.

Tabela 1: Classificação de conteúdo dos geossítios.

Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico			
Paleontológico			
Estratigráfico			
Tectônico			
Hidrogeológico			
Geotécnico			
Mineralógico			
Geoquímico			
Petrológico			
Geofísico			
Mineiro			
Museus e coleções			
Geoturístico			

Fonte: Adaptada de Bertuluci (2017).

## 6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 6.1. Clima

O clima de Itirapina é classificado segundo a classificação climática proposta por Köppen (1948) como “Cwa” que significa clima temperado húmido com inverno seco e verão quente. Em Itirapina a temperatura anual média é 19.6 °C, com pluviosidade média anual de 1367 mm.

### 6.2. Hidrografia

A drenagem principal de Itirapina, e no qual desaguam a maioria dos outros rios do município, é rio o Rio Passa-Cinco. A nascente do rio é também se localiza também em Itirapina, e seu percurso nos limites do município se orienta em uma direção predominantemente NE-SW, apresentando padrão de drenagem dendrítico retangular. Seus principais afluentes pela margem direita são os ribeirões João Pinto, Ribeirão dos Sinos, Córrego da Lapa, entre outros, e pela margem esquerda, os rios Pirapitinga e Cabeça, ambos com suas origens no limite urbano de Itirapina (CORVALÁN, 2005)

### 6.3. Geomorfologia

No que diz respeito a geomorfologia, o Estado de São Paulo foi dividido por Almeida (1964) em cinco províncias, sendo elas: Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental.

Dentro desse contexto, a área de estudo está inserida na Província Depressão Periférica, zona do Médio Tietê, e na província Cuestas Basálticas. Esta área corresponde a um relevo muito diversificado, erodido, com estruturas resistentes em claros ressaltos topográficos, apresentando colinas com altitudes que variam de 550 a 650 m, contudo ocorrem áreas com altitudes superiores a 1000 m, podendo a diferença entre a área serrana e a baixa atingir os 400 m (CORVALÁN, 2005). A mesma autora ainda aponta que a área conta escarpas e cuestas arenito-basálticas, áreas de altas declividades e algumas formas de relevo residuais, como o Morro do Baú.

Segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo elaborado por Almeida et. al. (1981), a área é caracterizada pela ocorrência dos seguintes tipos de relevo: Colinas Amplas, de declividades baixas até 15%, apresentando interflúvios com áreas superiores a 4 km<sup>2</sup>, topos aplainados, vertentes de perfis convexos e retilíneos, drenagem de baixa densidade, padrão sub dendrítico, com vales abertos e fechados, planícies aluviais interiores restritas e presença eventual de lagos perenes ou intermitentes; Colinas Médias, de baixas declividades até 15% com áreas de 1 a 4 km<sup>2</sup>, topos aplainados, vertentes com perfis convexos e retilíneos, drenagem de média a baixa densidade, padrão sub retangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes; Morrotes Alongados e Espigões, onde predominam declividades médias a altas, acima de 15%, com interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos e achatados e vertentes ravinadas com perfis retilíneos e drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico e vales fechados e Encostas com Cânions Locais, com declividades médias entre 15% a 30%, vertentes com perfis retilíneos a convexos e trechos escarpados com drenagem de média densidade padrão pinulado, vales fechados formando localmente cânions e vales principais.

## 6.4. Contexto geológico

Geologicamente inserido na Bacia do Paraná, o município de Itirapina possui em sua área apenas quatro das formações presentes na bacia como um todo, sendo elas as formações Pirambóia, Botucatu, Serra Geral e Itaqueri (Figura 4), cujos aspectos geológicos serão tratados nos próximos tópicos deste capítulo.

### 6.4.1. Estratigrafia

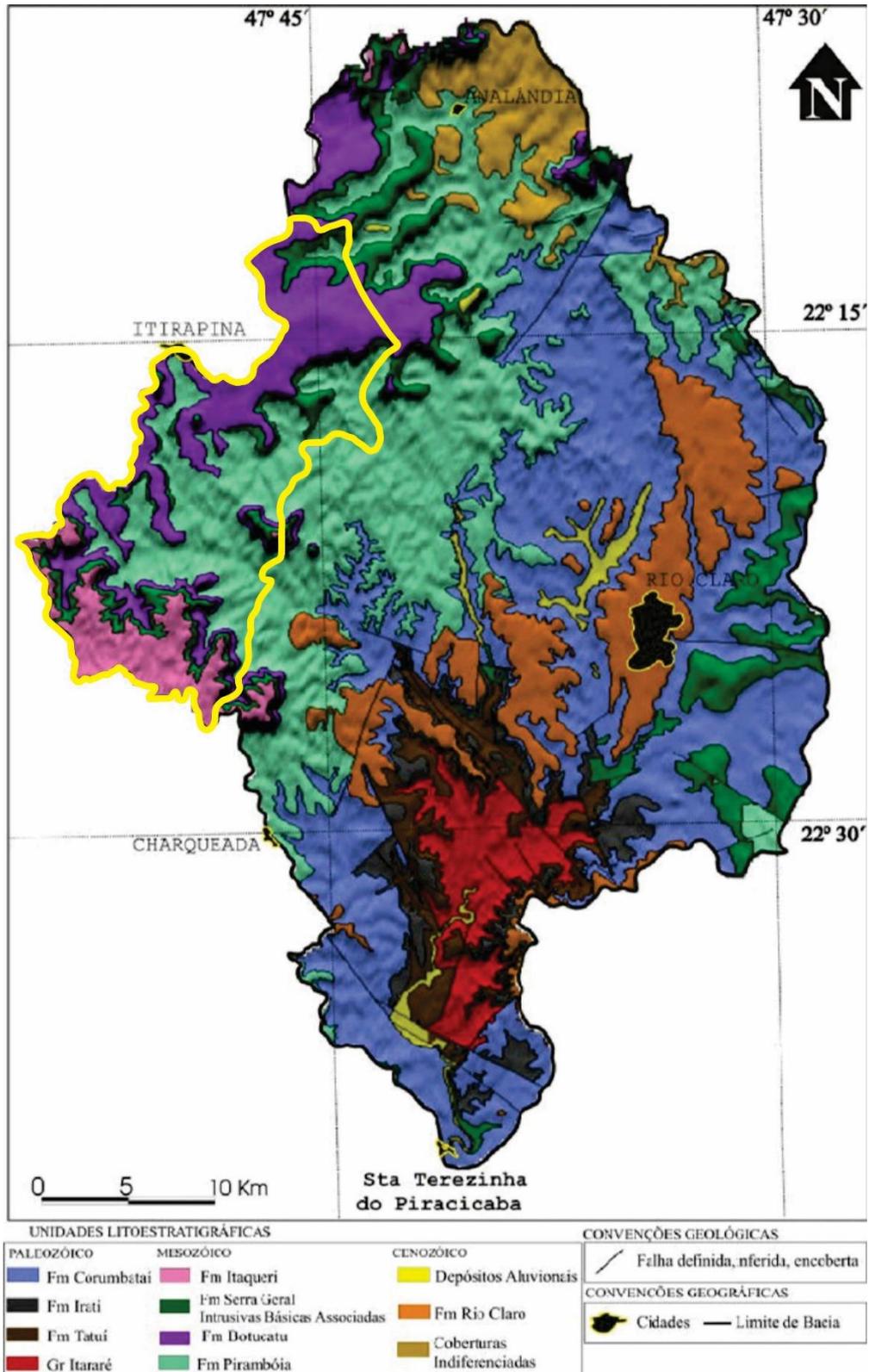
As formações Pirambóia, Botucatu e Itaqueri apresentam em comum seu caráter sedimentar, sendo todas as três compostas quase que totalmente por rochas areníticas formadas em ambiente de deposição continental. Já Formação Serra Geral difere das outras por seu caráter ígneo, sendo composta principalmente por derrames basálticos e diques e soleiras de diabásio (Figura 3).

Figura 3: Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná. Destacado em vermelho, as formações aflorantes no município de Itirapina.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE RIO CLARO/LIMEIRA/PIRACICABA (SP)							
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	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	MAGMATISMO FISSURAL
			BOTUCATU		100	ARENITOS BEM SELECIONADOS COM GRÃOS BEM ARREDONDADOS E BEM ESFÉRICOS, POUCA ARGILA	CONTINENTAL: DESÉRTICO
	JURÁSSICO						
	TRIÁSSICO		PIRAMBÓIA		150	ARENITOS COM GRÃOS ARREDONDADOS E ESFÉRICOS, DIVERSOS NÍVEIS DE LAMITOS	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 <i>(Argilitos = matéria-prima para a indústria cerâmica da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: LACUSTRE TRANSICIONAL: PLANÍCIE DE MARE
			IRATI		40	FOLHELHOS, SILTITOS, FOLHELHOS PIROBETUMINOSOS, CALCÁRIOS DOLOMÍTICOS	TRANSICIONAL: LAGUNA MARINHO RASO: PLATAFORMA
			TATUI		50	SILTITOS E SILTITOS ARENOSOS	TRANSICIONAL: PLANÍCIE COSTEIRA MARINHO RASO: PLATAFORMA
		ITARARÉ	Grupo ITARARÉ (indiviso no Estado de São Paulo)		900	ARENITOS, SILTITOS, VARVITOS E DIAMICTITOS (ALGUNS VERDADEIROS TILITOS)	CONTINENTAL (GLACIAL): ALUVIAL - LEQUES E FLUVIAL; LACUSTRE TRANSICIONAL: DELTAS MARINHO (GLÁCIO-MARINHO): PLATAFORMAL
			CARBONIFERO				
	Pré-Cambriano		EMBASAMENTO			GRANITOS, MIGMATITOS, GNAISSES, XISTOS, QUARTZITOS	

Fonte: Extraído de Perinotto & Zaine (2008).

Figura 4: Mapa geológico da Bacia do Corumbataí destacando o município de Itirapina em amarelo.



Fonte: CEAPLA - ATLAS ambiental da bacia do rio Corumbataí.

#### 6.4.1.1. Formação Pirambóia

A Formação Pirambóia, de idade Triássica, é composta por arenitos claros, de granulação média a fina, arredondados e polidos e tem espessura variável podendo alcançar até 150 metros. As estruturas sedimentares presentes são principalmente estratificações cruzadas e plano-paralelas. O conteúdo fóssil é marcado pela presença de conchostráceos, ostracodes e restos vegetais (Schneider et. al. 1974).

Em Itirapina, a Formação Pirambóia aflora nas áreas de menor altitude, nas regiões central e sudeste do município. Devido à baixa resistividade das rochas dessa formação ao intemperismo, onde ela predomina o relevo local é limitado a colinas de baixa declividade.

#### 6.4.1.2. Formação Botucatu

A Formação Botucatu, de idade Juro-Cretácea (Schneider et. al. 1974), é composta por arenitos avermelhados, friáveis, geralmente finos a médios, mostrando grãos foscos e arredondados, sendo ainda possível encontrar na porção basal da unidade, arenitos mal selecionados com matriz argilosa, além de uma camada de arenito conglomerático (Schneider et. al. 1974).

As principais estruturas sedimentares presentes nos arenitos da unidade correspondem a estratificações cruzadas tangenciais de grande porte na base, definidas por grandes cunhas de sedimentação geralmente associadas a paleodunas; estratificações plano-paralelas e acanaladas também se mostram frequentes na unidade. Infere-se então uma sedimentação predominantemente eólica em paleoambiente desértico, com baixa influência fluvial restrita às porções basais da sequência e lacustrina ao longo de todo o pacote sedimentar (Schneider et. al. 1974). O conteúdo fossilífero é ínfimo na unidade, restringindo-se a icnofósseis.

Em Itirapina, a Formação Botucatu aflora principalmente nas encostas das serras e morros testemunhos nas regiões central, sul e oeste do município, ocorrendo também na região norte, porém nessa região o relevo apresenta-se bem mais plano e homogêneo, composto principalmente por colinas amplas de baixa declividade.

#### 6.4.1.3. Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral, de idade Eocretácica, é caracterizada por derrames de lavas basálticas toleíticas também ocorrendo na forma de diques e soleiras.

Em virtude da ocorrência de fortes alinhamentos estruturais e falhas geológicas geradas próximas a horts e domos, é provável que exista certo controle estrutural na intrusão desses corpos (Machado et al., 2007). Os sills ocorrem majoritariamente nos estratos paleozoicos da bacia, sobretudo na Formação Irati (principalmente Membro Taquaral) e no Grupo Itararé (Marques & Ernesto, 2004).

Em geral, as soleiras mergulham de 1° a 2° para Oeste, exceto quando afetadas por falhamentos, e são condicionadas por fatores estratigráficos e tectônicos. Os diques, por sua vez, são especialmente abundantes na parte nordeste da bacia, inclusive próximo ao Domo de Pitanga (Soares, 1974).

Em Itirapina, a Formação Serra Geral aflora nas encostas das serras nas regiões sul e oeste do município, ocorrendo ainda em morros testemunhos nas regiões central e sudeste.

#### 6.4.1.4. Formação Itaqueri

De idade Cretáceo-Terciária, tem sua posição estratigráfica ainda não muito bem definida: podendo pertencer ao ciclo do Grupo Bauru (Cretáceo) ou acima deste, com idade terciária. A principal ocorrência se dá nas serras de Itaqueri e São Pedro (no reverso da Cuesta Basáltica).

É essencialmente composta por arenitos e conglomerados com marcante silicificação e estratificações cruzadas. O ambiente de sedimentação mais provável está relacionado a leques aluviais, correspondentes, no interior, à reativação do soerguimento da Serra do Mar.

Em Itirapina, a Formação Itaqueri aflora nas regiões sul e oeste, compondo a porção superior das serras do município.

#### 6.4.2. Geologia estrutural

A Bacia do Paraná apresenta-se pouco deformada por ser uma sinéclise intracratônica. Contudo, segundo Zalan et. al. (1987), ela é marcada por um padrão de feições lineares em forma de “X”, o qual é dividido em 3 direções principais NW – SE, NE – SW e E – W. Milani (1997) sugere a reativação de estruturas do embasamento foi responsável pela formação desses lineamentos. Tais feições de lineamento são responsáveis pelo controlar sobretudo o padrão de drenagem e algumas vezes o relevo.

Também devido a eventos de reativação, formaram-se altos estruturais na borda leste da Bacia do Paraná, o maior deles sendo o Domo de Pitanga, que é uma estrutura antiformal (braquianticlinal) com forma semelhante a uma elipse, quando vista em mapa, com dimensões aproximadas de 15 Km em seu menor eixo (E-W) e 30 Km em seu eixo maior (NNE-SSW), e está localizado na porção sul da Bacia do Rio Corumbataí. Para Riccomini (1995), uma compressão WNW-SSE teria sido a responsável pela reativação de lineamentos estruturais, que geraram o Domo de Pitanga. A influência do Domo de Pitanga no município de Itirapina se expressa pelo alinhamento da drenagem do Rio Passa-Cinco.

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

No presente capítulo são apresentados os resultados deste trabalho, contendo a caracterização dos sete geossítios analisados, sua localização no município de Itirapina (Figura 5) bem como a avaliação de conteúdo realizada para cada geossítio, disposta na forma de tabelas. Ainda, na tabela a seguir (Tabela 2), são apresentados os geossítios juntamente às unidades geológicas predominantes em cada um deles, e suas respectivas coordenadas geográficas.

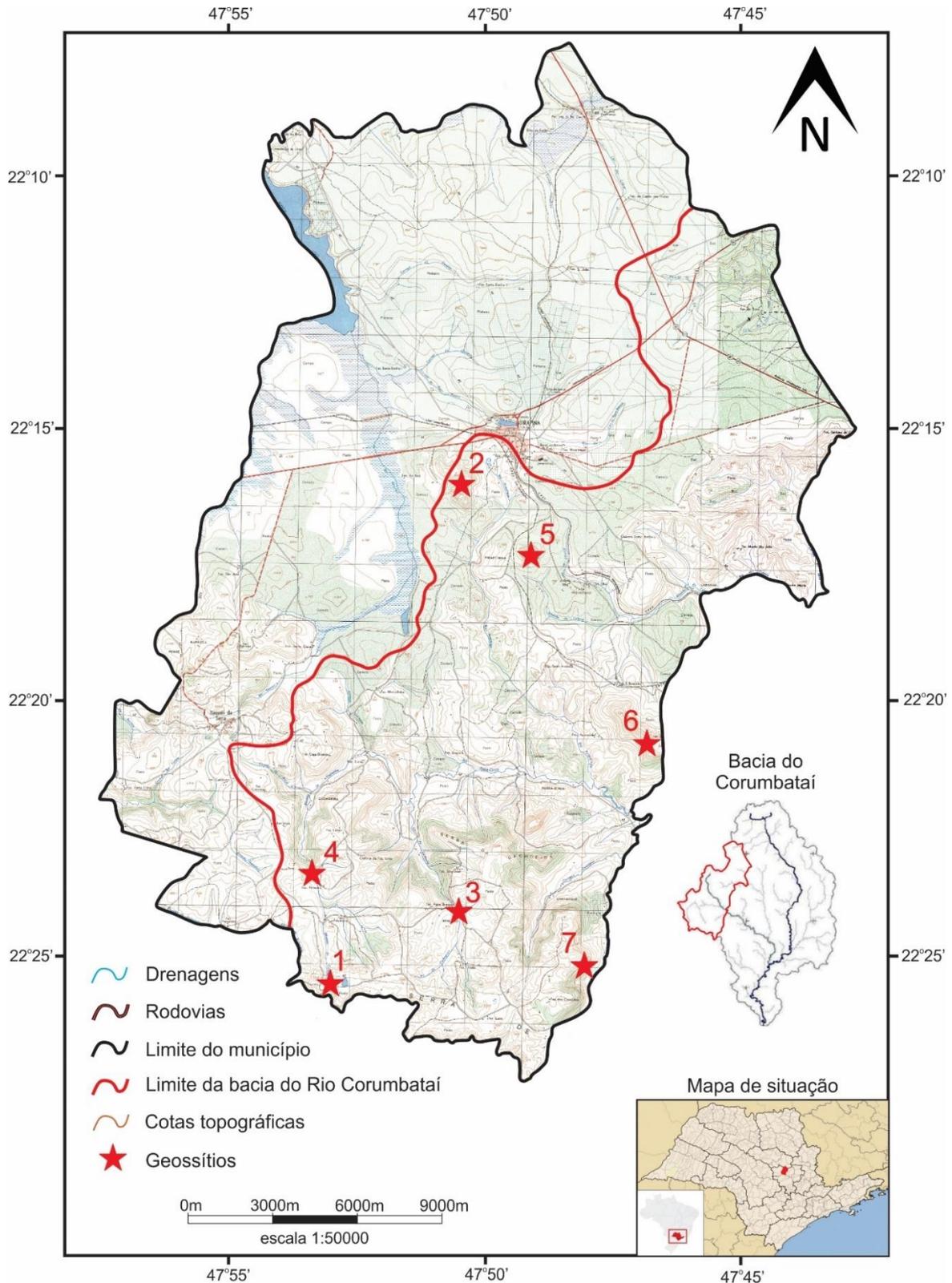
Por fim, após a análise completa de todos os geossítios, confeccionou-se uma tabela final de avaliação de seus valores.

Tabela 2: Relação dos geossítios, unidades geológicas e localização geográfica.

<b>Ponto</b>	<b>Geossítio</b>	<b>Unidade geológica</b>	<b>Coordenadas</b>
1	Morro do Fogão	Formações Botucatu, Serra Geral e Itaqueri	Latitude: 22.426279° Longitude: 47.880526°
2	Morro do Baú	Formações Botucatu e Serra Geral	Latitude: 22.259901° Longitude: 47.829921°
3	Cachoeira São José	Formação Serra Geral	Latitude: 22.401306° Longitude: 47.839480°
4	Saltão Parque de Ecoturismo	Formação Serra Geral	Latitude: 22.391279° Longitude: 47.885944°
5	Morro Pelado	Formações Botucatu e Serra Geral	Latitude: 22.290131° Longitude: 47.810309°
6	Morro do Bizigueli	Formações Botucatu, Serra Geral e Itaqueri	Latitude: 22.350579° Longitude: 47.771183°
7	Gruta Boca do Sapo	Formação Botucatu	Latitude: 22.416950° Longitude: 47.794394°

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5: Localização dos geossítios no mapa topográfico de Itirapina. Relação de numeração com os geossítios: 1 – geossítio Morro do Fogão; 2 – geossítio Morro do Baú; 3 - geossítio Cachoeira São José; 4 – geossítio Saltão Parque de Ecoturismo; 5 – geossítio Morro Pelado; 6 – geossítio Morro do Bizigueli; 7 – geossítio Gruta Boca do Sapo.



Fonte: Elaborado pelo autor

## 7.1. Geossítio Morro do Fogão

### 7.1.1. Localização

O Morro do Fogão está localizado em área rural no extremo sul de Itirapina, divisa com o município de São Pedro.

O acesso ao geossítio é fácil e não controlado, se dando a poucos metros de uma via rural não pavimentada. O mais simples acesso é por meio da Rodovia Ulysses Guimarães, onde, no km 23, há a saída para uma via rural pela qual segue-se por cerca de 4 km até o geossítio.

O uso e ocupação do solo em seus arredores se dá através de pastagem para gado e plantio de cana de açúcar e algumas áreas de vegetação nativa, principalmente logo abaixo das escarpas (Figura 6).

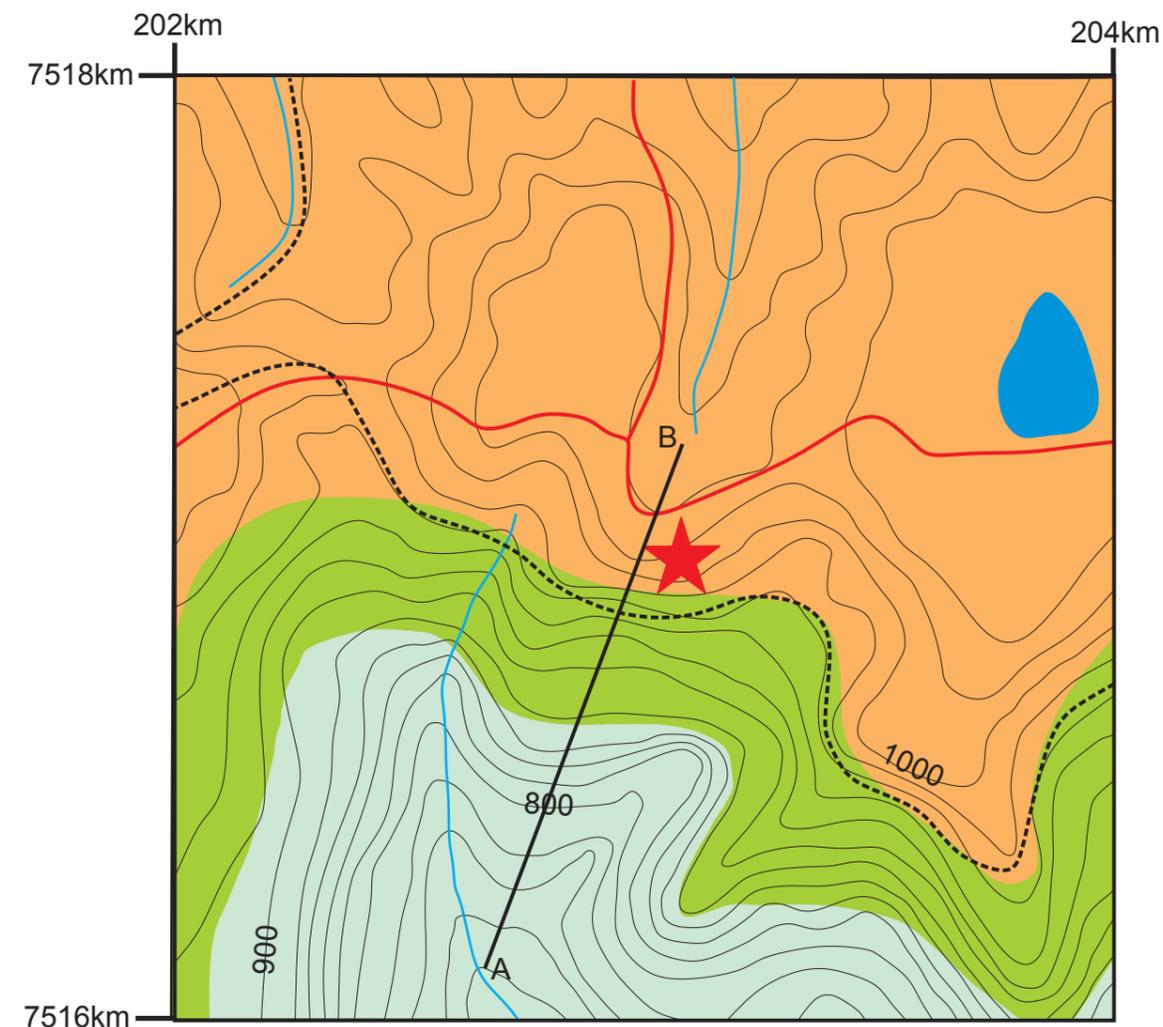
### 7.1.2. Geologia e geomorfologia

O geossítio é litologicamente composto por arenitos da Formação Itaqueri em sua porção superior, que recobrem derrames basálticos da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Botucatu, os quais estão expostos nas escarpas da serra (Figura 7).

Figura 6: Afloramentos da Fm. Botucatu observados do Morro do Fogão.



Fonte: Victor Gamallo, 2018.



## GEOSSÍTIO MORRO DO FOGÃO

### Legenda

#### Unidades Litoestratigráficas:

#### CRETÁCEO SUPERIOR OU TERCIÁRIO

 Formação Itaqueri

Bancos de arenito, por vezes silicificado, ou com crostas ferruginosas alternadas com lamitos e conglomerados. Ocorrem na forma de morrotes sustentados por níveis silicificados no reverso da cuesta.

#### MESOZÓICO

 Formação Serra Geral

Derrames de basaltos, com lentes de arenito interderrames no topo. Acompanha o relevo de cuesta.

 Formação Botucatu

Arenitos vermelhos, bem selecionados, com grãos arredondados. Forma grandes paredões em escarpas.

#### Convenções Cartográficas:

 Curva de nível

 Estradas e vias rurais

 Limite do município

 Drenagens

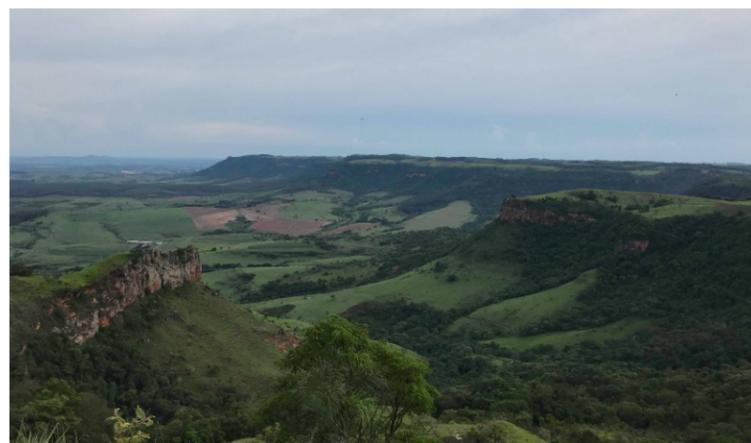
 Geossítio Morro do Fogão

#### Base de dados:

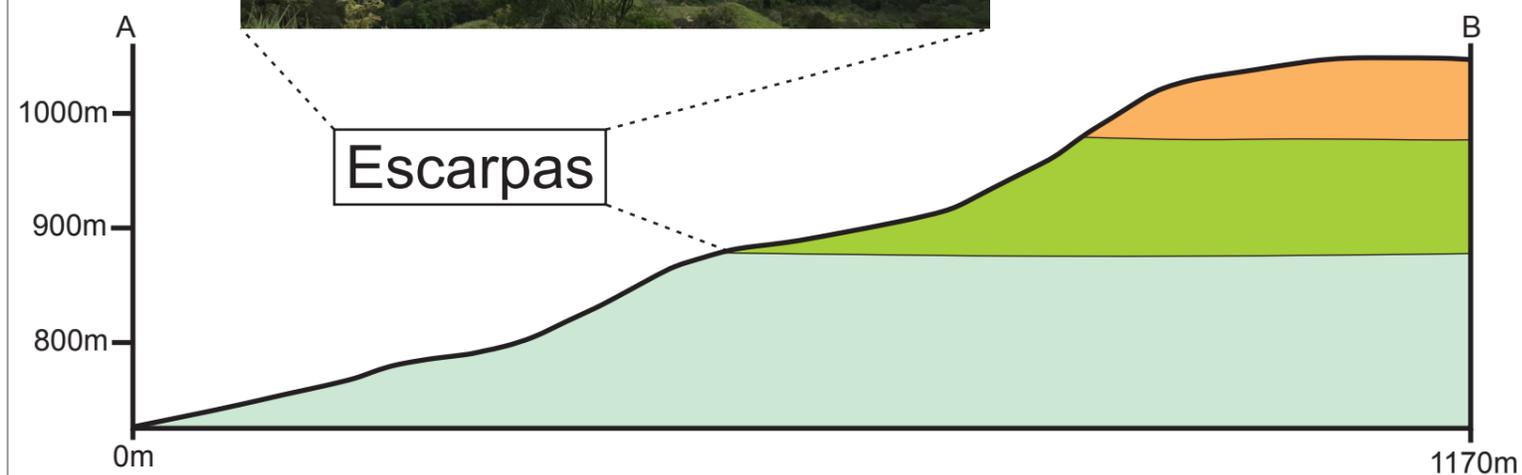
FOLHA SF-23-M-I-3 ITIRAPINA 1:50000

Projeção Transversal de Mercator  
Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

0m 500m 1000m



### Seção geológica



Quanto ao contexto geomorfológico, o geossítio está localizado em topo de encosta, e as unidades de relevo presentes no local são colinas médias, colinas amplas e escarpas festonadas.

### 7.1.3. Tipologia e valores do geossítio

O elemento geológico de interesse deste geossítio consiste nos afloramentos da Formação Botucatu nas escarpas da Serra de Itaqueri, além das próprias escarpas em si. Tais afloramentos nas cuestas do local chegam a formar paredões com altura superior a 100 metros. Assim devido à exposição das rochas, e por ser um local importante e esclarecedor para o entendimento do relevo local, atribuiu-se valor alto para os seus conteúdos geomorfológico e estratigráfico (Tabela 3).

O Morro do Fogão é uma das mais famosas atrações turísticas do município. Situado no topo do *front* de custas, a visão de cima das escarpas confere a este geossítio uma beleza cênica singular (Figura 7), sendo muito utilizado como mirante, de onde é possível observar não só as escarpas, mas também as cidades de Piracicaba e São Pedro ao sul. O topo do morro, com 480 m de desnível, é também propício para saltos de *paraglider* e asa delta, e é muito frequentado pelos praticantes desses esportes (CORVALÁN, 2005). Pela soma de todos esses fatores, atribuiu-se a este geossítio valor alto a seu conteúdo geoturístico.

Por fim, atribuiu-se valor médio a seu conteúdo hidrogeológico, já que é composto principalmente pela Formação Botucatu, cujos arenitos são rocha reservatório do Aquífero Guarani e portanto, podem ser área de recarga dele.

Figura 7: Vista das escarpas da Serra de Itaqueri a partir do Morro do Fogão.



Fonte: Victor Gamallo, 2018.

Tabela 3: Classificação de valores do geossítio Morro do Fogão.

Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico			X
Paleontológico	X		
Estratigráfico			X
Tectônico	X		
Hidrogeológico		X	
Geotécnico	X		
Mineralógico	X		
Geoquímico	X		
Petrológico	X		
Geofísico	X		
Mineiro	X		
Museus e coleções	X		
Geoturístico			X

Fonte: Elaborado pelo autor.

## **7.2. Geossítio Morro do Baú**

### **7.2.1. Localização**

O Morro do Baú está localizado na porção central do município de Itirapina, e situa-se a pouco menos de 1km a leste do perímetro urbano da cidade. É um local de fácil acesso por meio de uma via não pavimentada que leva ao seu topo.

O uso e ocupação do solo ao seu redor se dá por meio do plantio de cana de açúcar, e na região superior do morro há uma pequena área destinada a pastagem de gado, além de o morro também ser utilizado como base para antenas de rádio e celular. Em suas encostas ainda há a ocorrência de mata nativa da região.

### **7.2.2. Geologia e geomorfologia**

O Morro do Baú consiste em um morro testemunho da Serra de Itaqueri, isto é, um morro ou elevação topográfica que se destaca em uma superfície de aplainamento como um relevo residual não aplainado, sendo assim um testemunho da antiga posição das cuestas arenito-basálticas antes do recuo do front. É também um fragmento da serra que não foi erodido devido a uma maior resistência à erosão que as áreas adjacentes, resistência essa que pode ser causada por inúmeros fatores.

O morro é composto, litologicamente, por arenitos da Formação Botucatu recobertos por derrames basálticos da Formação Serra Geral. Na estrada para o topo do morro há um afloramento onde é possível observar o arenito (Figura 8), e nas porções superiores do morro há presença de diversos blocos rolados de basalto (Figura 9).

# GEOSSÍTIO MORRO DO BAÚ

## Legenda

### Unidades Litoestratigráficas:

#### MESOZÓICO

 Formação Serra Geral

Derrames de basaltos, com lentes de arenito interderrames no topo. Recobrem o topo do Morro do Baú.

 Formação Botucatu

Arenitos vermelhos, bem selecionados, com grãos arredondados. Neste geossítio, forma alguns paredões de afloramento nas encostas do morro.

 Formação Pirambóia

Arenitos com grãos arredondados esféricos, níveis de lamitos. Estratificações cruzadas de médio a grande porte.

### Convenções Cartográficas:

 Curva de nível

 Estradas e vias rurais

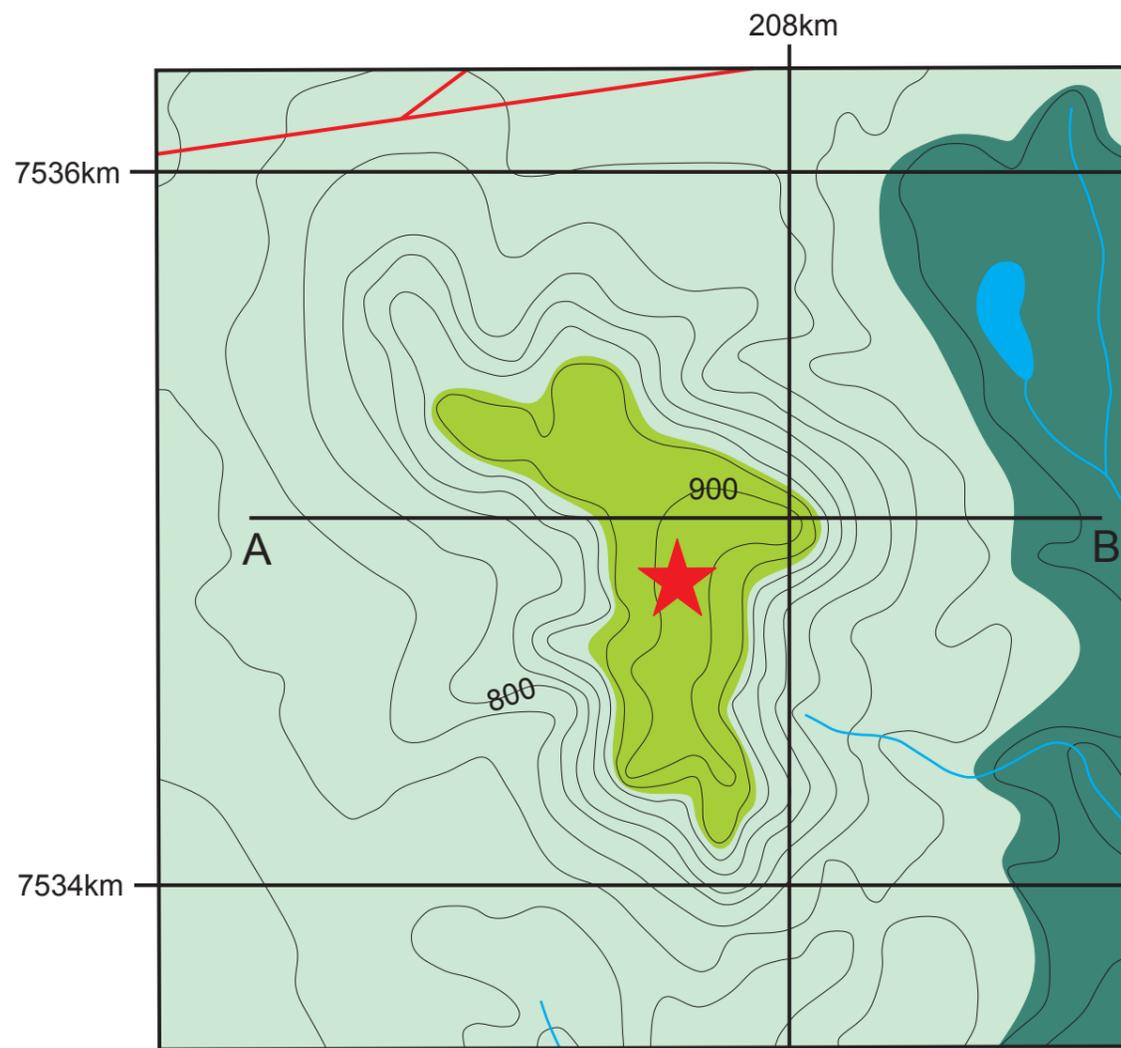
 Drenagens

 Geossítio Morro do Baú

**Base de dados:** FOLHA SF-23-M-I-3 ITIRAPINA 1:50000

Projeção Transversal de Mercator  
Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

0m 500m 1000m



### Seção geológica

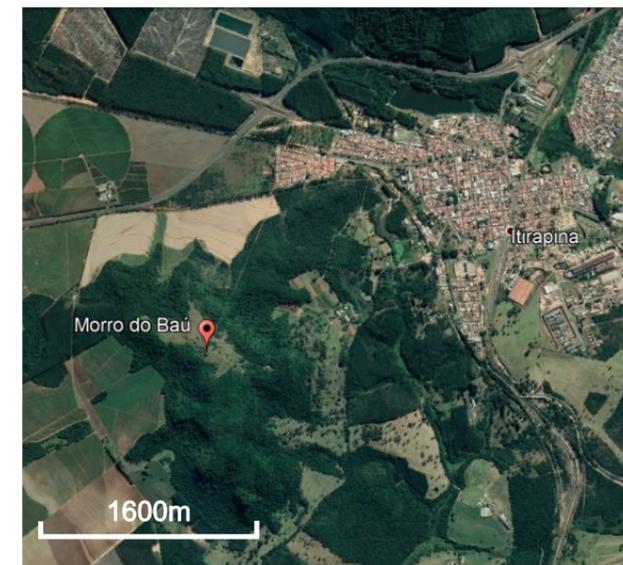
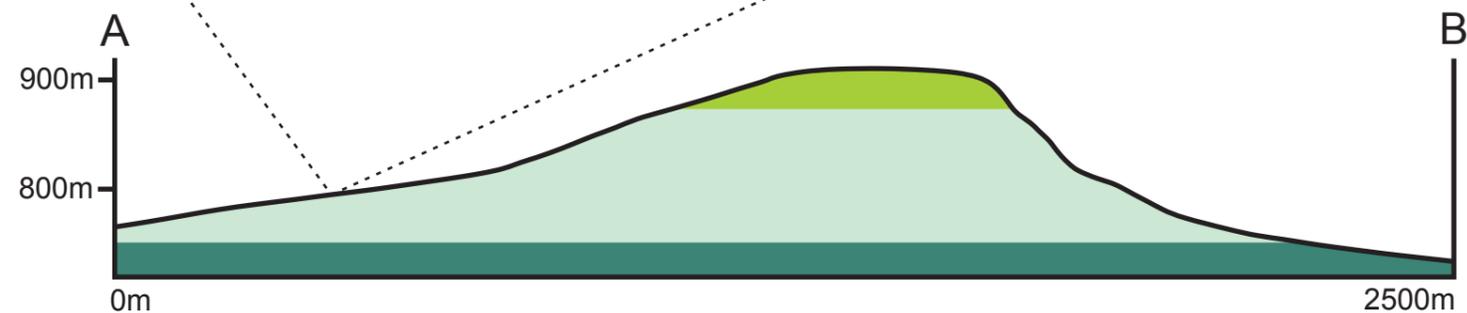


Figura 8: Afloramento de arenito da Formação Botucatu no Morro do Baú.



Fonte: André Kolya, 2018.

Figura 9: Blocos de basalto no topo do Morro do Baú.



Fonte: André Kolya, 2018.

É possível que a resistência à erosão que ajudou a manter o local como morro testemunho seja devido à presença do diabásio em sua porção superior, já que é uma rocha mais coesa e resistente que o arenito.

Vale ressaltar também que, o arenito da Formação Botucatu foi descrito por Schneider et. at. (1974) como friável, porém, no Morro do Baú, ocorrem afloramentos onde o arenito apresenta-se bem coeso, com elevada resistência ao impacto do martelo geológico (Figura 10). Não há explicação comprovada para essas características, porém, é possível que, devido à presença do basalto, o arenito tenha passado por leve metamorfismo de contato por conta das altas temperaturas impostas pela rocha intrusiva. Ainda, também é plausível que o arenito no local seja silicificado, o que também lhe daria maior coesão e resistência.

Figura 10: Afloramento de arenito da Formação Botucatu.



Fonte: André Kolya, 2018.

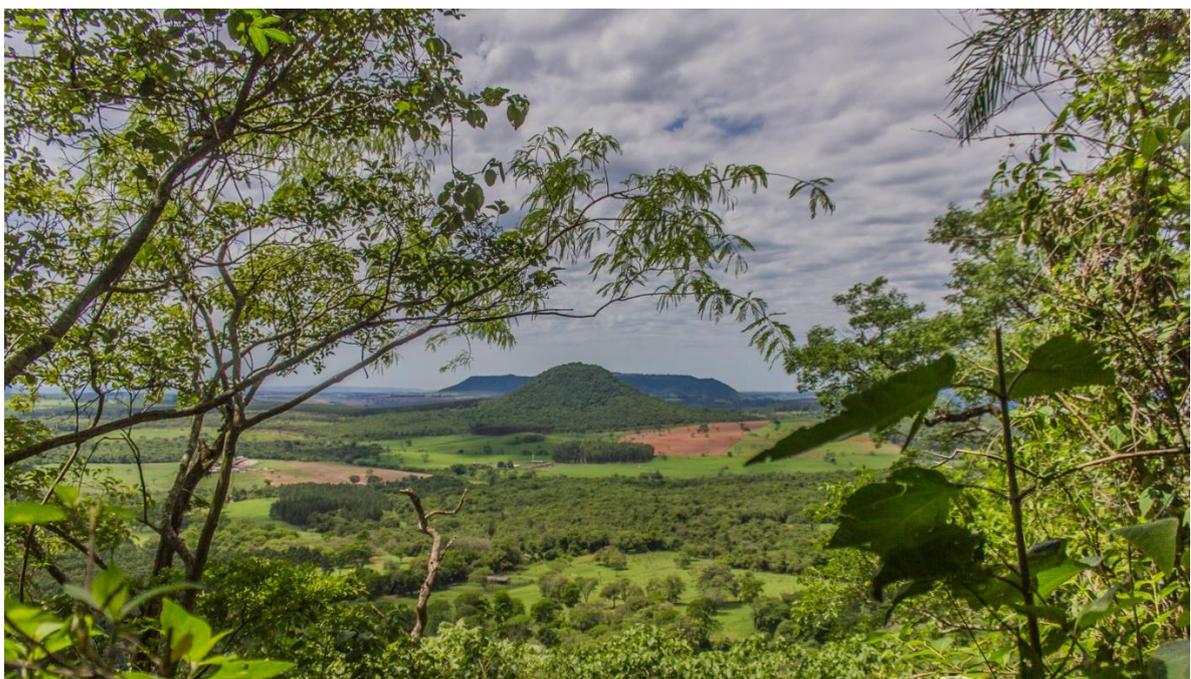
### 7.2.3. Tipologia e valores do geossítio

Por se tratar de um morro testemunho, atribuiu-se ao geossítio valor alto para seu conteúdo geomorfológico. Também pode ser explorado seu conteúdo estratigráfico, ao qual atribuiu-se valor médio devido aos afloramentos da Formação Botucatu. Ainda, novamente com a presença da Formação Botucatu, atribuiu-se ao geossítio valor médio em seu conteúdo hidrogeológico, já que os arenitos dessa formação compõem o Aquífero Guarani (Tabela 4).

A presença de afloramentos de arenito de alta coesão, não condizente com a descrição geral das rochas da Formação Botucatu, podem ser um tema a ser estudado na região deste geossítio, assim, atribuiu-se a ele valor médio ao seu conteúdo petrológico.

Por fim, o Morro do Baú apresenta bom conteúdo e potencial geoturístico, pois é um local que por vezes é alvo de práticas de esporte como *trekking* de *mountain biking*, e é possível também utilizar o local como mirante, ainda que a vista seja dificultada pela vegetação. Por esses motivos atribuiu-se valor médio ao seu conteúdo geoturístico (Figura 11).

Figura 11: Vista do Morro do Baú, de onde é possível observar o Morro Pelado.



Fonte: André Kolya, 2018.

Tabela 4: Classificação de valores do geossítio Morro do Baú.

Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico			X
Paleontológico	X		
Estratigráfico		X	
Tectônico	X		
Hidrogeológico		X	
Geotécnico	X		
Mineralógico	X		
Geoquímico	X		
Petrológico		X	
Geofísico	X		
Mineiro	X		
Museus e coleções	X		
Geoturístico		X	

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 7.3. Geossítio Cachoeira São José

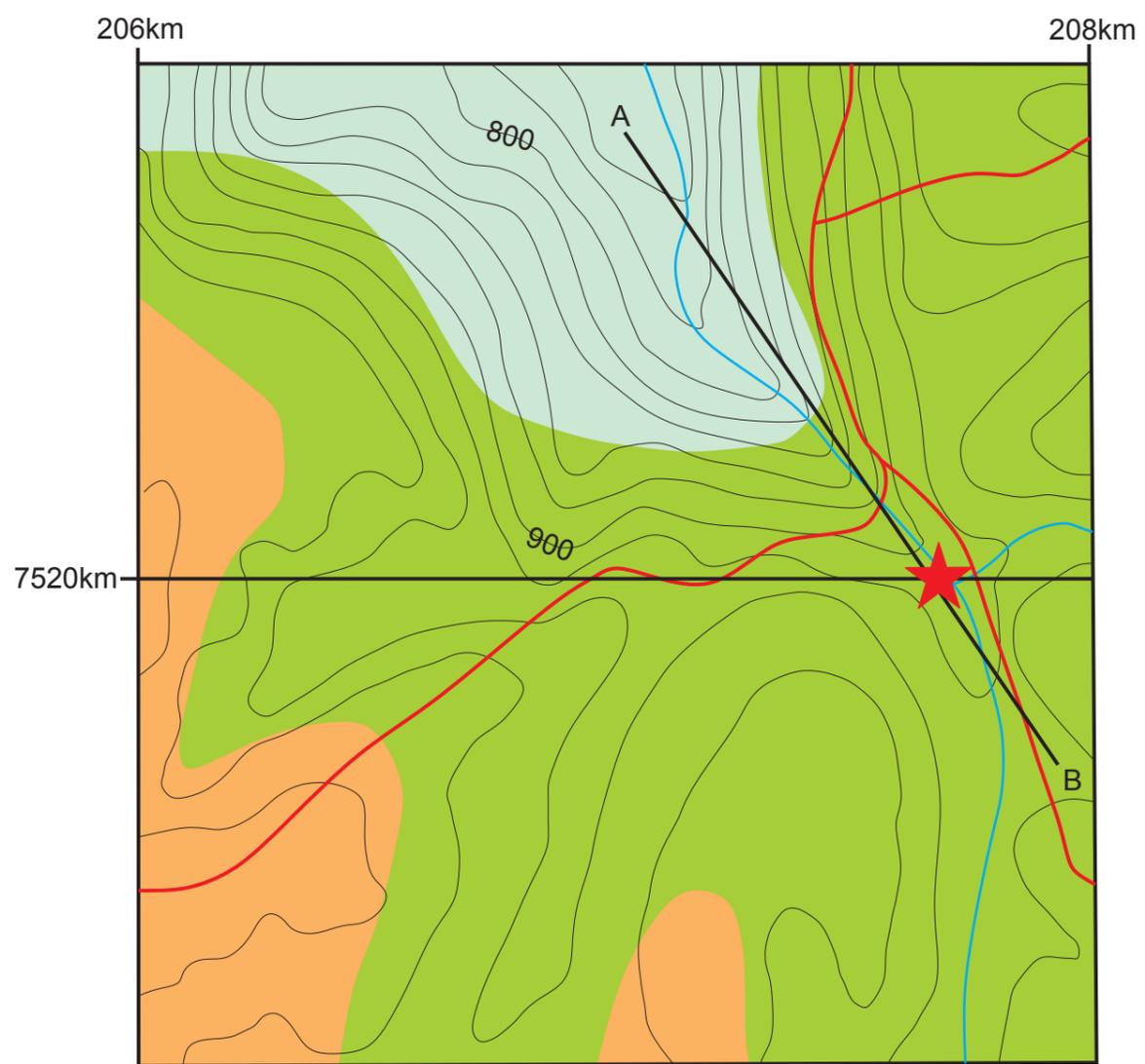
#### 7.3.1. Localização

O geossítio está localizado na região sul do município de Itirapina, em área rural, em regime de propriedade privada.

O local pode ser acessado pela Rodovia Ulysses Guimarães, saindo para via rural não pavimentada no km 23, e seguindo pela mesma via por cerca de 10 km, havendo sinalização para indicar as direções.

A cachoeira em si está localizada no terreno de um proprietário local, mas o acesso é gratuito, sendo possível chegar a ela através de uma cerca e seguindo por uma escada que leva à sua base.

O uso e ocupação do solo em seus arredores ocorre principalmente por meio do plantio de cana de açúcar e algumas poucas áreas de pastagem para gado.



## GEOSSÍTIO CACHOEIRA SÃO JOSÉ

### Legenda

#### Unidades Litoestratigráficas:

#### CRETÁCEO SUPERIOR OU TERCIÁRIO

 Formação Itaqueri

Bancos de arenito, por vezes silicificado, ou com crostas ferruginosas alternadas com lamitos e conglomerados. Ocorrem na forma de morrotes sustentados por níveis silicificados no reverso da cuesta.

#### MESOZÓICO

 Formação Serra Geral

Derrames de basaltos, com lentes de arenito interderrames no topo. Na cachoeira, o afloramento exposto no paredão é composto pelo basalto.

 Formação Botucatu

Arenitos vermelhos, bem selecionados, com grãos arredondados. Forma grandes paredões em escarpas.

#### Convenções Cartográficas:

 Curva de nível

 Estradas e vias rurais

 Drenagens

 Geossítio Cachoeira São José

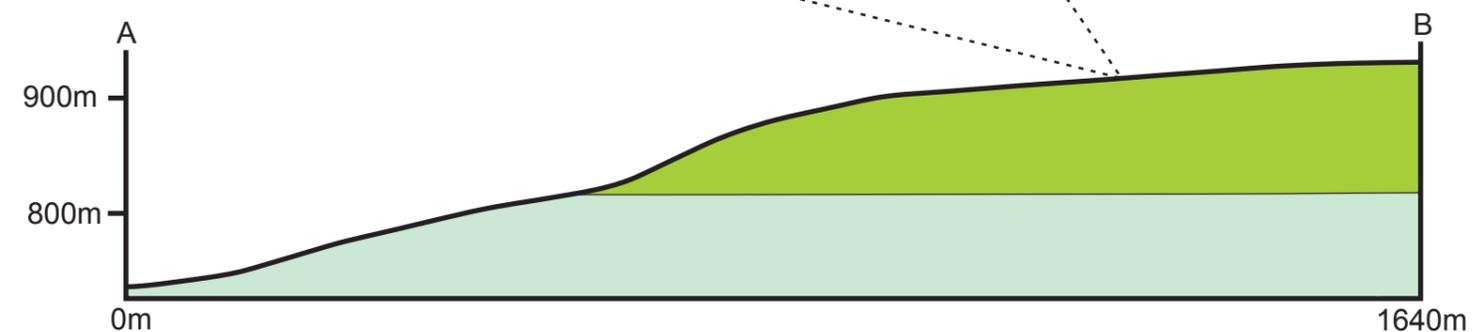
**Base de dados:** FOLHA SF-23-M-I-3 ITIRAPINA 1:50000

Projeção Transversal de Mercator  
Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

0m 500m 1000m



### Seção geológica



### 7.3.2. Geologia e geomorfologia

A área onde se localiza o geossítio é litologicamente composta pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Tais rochas estão expostas no paredão da cachoeira, formando um afloramento de cerca de 15 metros de altura (Figura 12).

Figura 12: Cachoeira São José.



Fonte: Victor Gamallo, 2018.

A cachoeira formou-se na vertente do vale aberto do Rio da Cachoeira, em um córrego que mais à frente desagua no mesmo rio, assim o contexto geomorfológico do geossítio pode ser definido como vertente de meia encosta.

### 7.3.3. Tiologia e valores do geossítio

Dos conteúdos de carácter científico, destaque para o geomorfológico e estratigráfico, pois tanto a rocha quanto o relevo local foram responsáveis por originar

o geossítio. Atribuiu-se valor médio e não alto para esses dois conteúdos pois apesar da importância na formação da cachoeira, o geossítio é composto por apenas um tipo de rocha de apenas uma formação geológica (Tabela 5).

O conteúdo do geossítio Cachoeira São José que mais se destaca é o geoturístico, visto que a cachoeira já é uma conhecida atração turística de Itirapina, sendo muito visitado devido à sua beleza cênica, também sendo utilizada por iniciantes em *cascading*.

Ainda, na propriedade onde está localizada, foi instalado um bar chamado “Bar do Valentim” (Figura 13), o qual fornece serviços de alimentação, bem como o acesso gratuito à cachoeira, tornando o geossítio ainda mais evidente ao turismo na região.

Desse modo, atribuiu-se ao geossítio Cachoeira São José valor alto para seu conteúdo geoturístico.

Figura 13: Bar instalado nas proximidades da Cachoeira São José.



Fonte: Victor Gamallo, 2018.

Tabela 5: Classificação de valores do geossítio Cachoeira São José.

Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico		X	
Paleontológico	X		
Estratigráfico		X	
Tectônico	X		
Hidrogeológico	X		
Geotécnico	X		
Mineralógico	X		
Geoquímico	X		
Petrológico	X		
Geofísico	X		
Mineiro	X		
Museus e coleções	X		
Geoturístico			X

Fonte: Elaborado pelo autor.

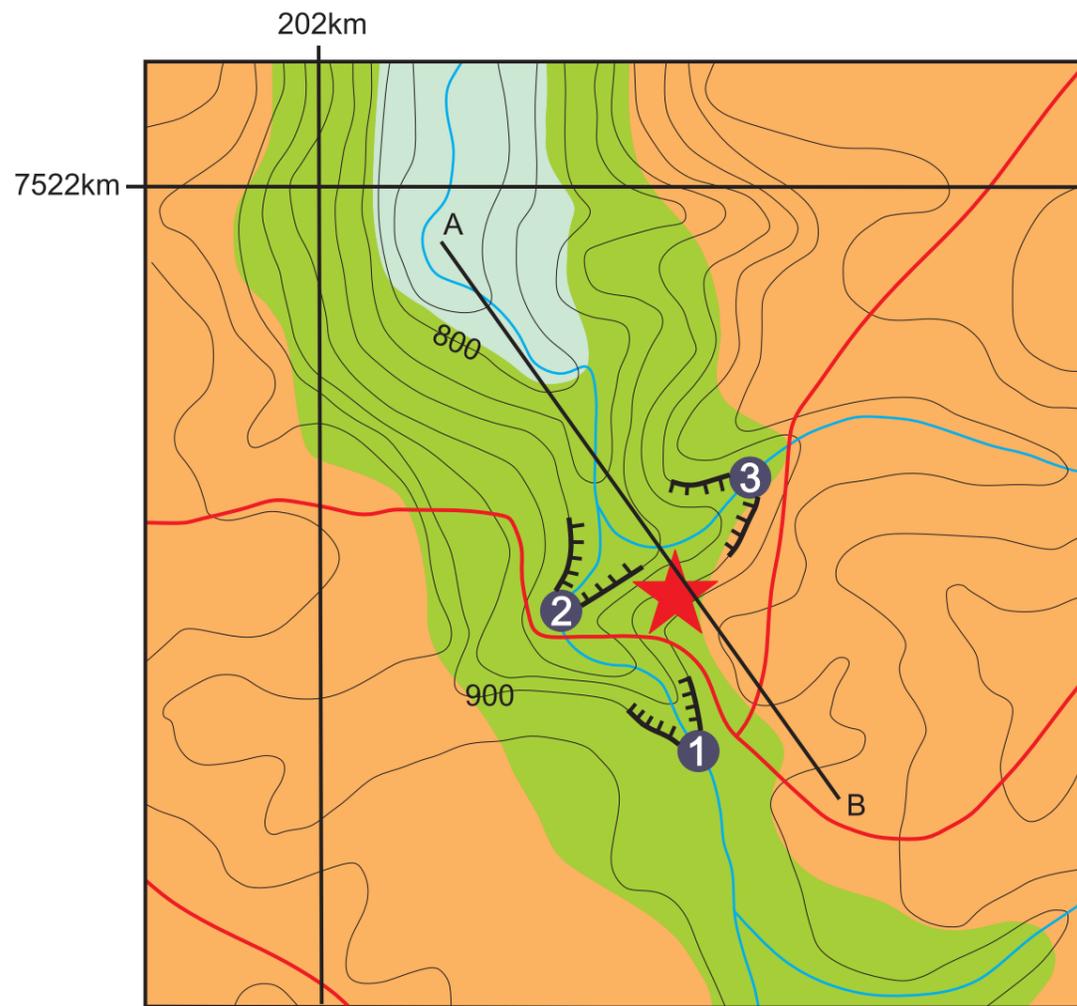
#### 7.4. Geossítio Saltão Parque de Ecoturismo

##### 7.4.1. Localização

O geossítio Saltão Parque de Ecoturismo é um parque que conta com três cachoeiras e mata nativa preservada e está localizado em zona rural, na região sul do município de Itirapina, em regime de propriedade privada na Fazenda Mirante das Águas. É um local de fácil acesso, porém é cobrada uma taxa de 25 reais por pessoa para a entrada.

O caminho mais fácil para chegar até o geossítio é pela rodovia Ulysses Guimarães, saindo para uma via não pavimentada no km 23 onde já há placas orientando o caminho para o ecoparque, por fim, segue-se por essa mesma via por cerca de 1,5 km até o local.

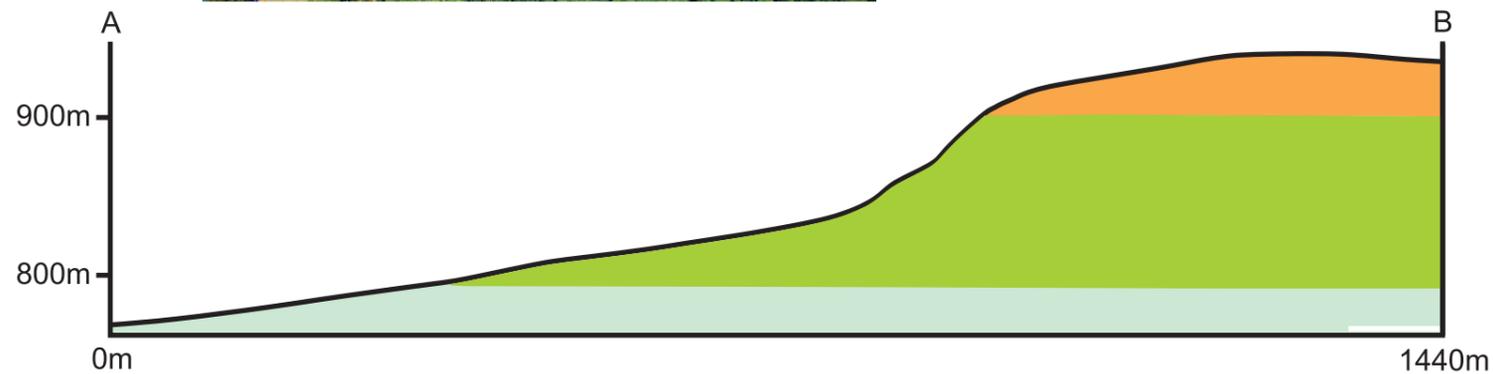
O uso e ocupação do solo nos arredores do ecoparque ocorrem principalmente por meio do plantio de cana de açúcar, havendo ainda algumas áreas de pastagem para gado e áreas de mata virgem.



Cachoeira e camping Saltão



Seção geológica



## GEOSSÍTIO SALTÃO PARQUE DE ECOTURISMO

### Legenda

#### Unidades Litoestratigráficas:

##### CRETÁCEO SUPERIOR OU TERCIÁRIO

 Formação Itaqueri

Bancos de arenito, por vezes silicificado, ou com crostas ferruginosas alternadas com lamitos e conglomerados. Neste geossítio, aflora nos paredões das cachoeiras do Saltão e da Ferradura.

##### MESOZÓICO

 Formação Serra Geral

Derrames de basaltos, com lentes de arenito interderrames no topo. No geossítio, aflora nas porções inferiores dos paredões das cachoeiras do Saltão e da Ferradura, e compõe totalmente a cachoeira do Monjolinho.

 Formação Botucatu

Arenitos vermelhos, bem selecionados, com grãos arredondados.

#### Convenções Cartográficas:

 Curva de nível

 Drenagens

 Estradas e vias rurais

 Geossítio Saltão Parque de Ecoturismo

 1 Cachoeira do Monjolinho

 2 Cachoeira do Saltão

 3 Cachoeira da Ferradura

 Escarpamentos

Base de dados: FOLHA SF-23-M-I-3 ITIRAPINA 1:50000

Projeção Transversal de Mercator  
Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

0m 500m 1000m



#### 7.4.2. Geologia e geomorfologia

O geossítio está localizado em área de afloramento da Formação Serra Geral, e como principal elemento geológico de interesse deste geossítio, destacam-se os afloramentos dessas duas formações nas três cachoeiras do parque:

- Cachoeira do Saltão (Figura 14): com aproximadamente 75 metros de altura, afloram nessa cachoeira rochas da Formação Serra Geral, sendo o paredão da cachoeira é totalmente composto por derrames basálticos. Na porção superior, as rochas apresentam coloração vermelha amarelada, muito provavelmente por conta de processos de alteração e intemperismo, já na porção inferior da cachoeira as rochas apresentam-se mais escuras, de coloração cinza-escura a preta, também sendo possível encontrar grandes blocos rolados dessas rochas exibindo disjunções colunares. Vale ainda citar que o afloramento do paredão da cachoeira apresenta diversas lineações e exposições e planos de contato, que podem ser interpretados como possíveis contatos entre diferentes eventos de derrames basálticos sequenciais.
- Cachoeira da Ferradura (Figura 15): com aproximadamente 50 metros de altura, essa cachoeira apresenta a mesma composição litológica da Cachoeira do Saltão, composta totalmente por derrames basálticos da Formação Serra Geral com mudanças na coloração também similares à cachoeira anterior, com porções mais amareladas e avermelhadas acima, por conta de alteração e intemperismo, e as porções inferiores com a típica coloração cinza-escura a preta dos basaltos. Esta cachoeira também apresenta as feições interpretadas como contatos entre derrames na Cachoeira do Saltão.
- Cachoeira Do Monjolinho (Figura 16): com aproximadamente 10 metros de altura e 20 metros de largura, a cachoeira também é exclusivamente composta pelos basaltos da Formação Serra Geral. No afloramento da cachoeira os basaltos apresentam coloração cinza-escura a preta e feições de alteração.

Figura 14: Cachoeira do Saltão. Nota-se a diferença de coloração entre as porções inferiores e superiores, bem como algumas disjunções colunares mais próximas à lagoa no final da cachoeira, e lineações e exposições de planos de contato nas rochas mais acima.



Fonte: Portal Saltão Parque de Ecoturismo, disponível em: <https://www.saltao.com.br/>

Figura 15: Cachoeira da Ferradura. É possível observar novamente a mudança de coloração entre as poções superiores e inferiores, bem como as linhas e planos de contato.



Fonte: Portal Saltão Parque de Ecoturismo, disponível em: <https://www.saltao.com.br/>

Figura 16: Cachoeira do Monjolinho.



Fonte: Portal Saltão Parque de Ecoturismo, disponível em: <https://www.saltao.com.br/>

#### 7.4.3. Tipologia e valores do geossítio

Por conta dos grandes afloramentos dos derrames basálticos da Formação Serra Geral nas cachoeiras do parque, e pela relação entre as rochas e formação do relevo que originou as cachoeiras, os conteúdos de caráter científico que se sobressaem são o estratigráfico e geomorfológico, e assim atribuiu-se valor alto para ambos (Tabela 6).

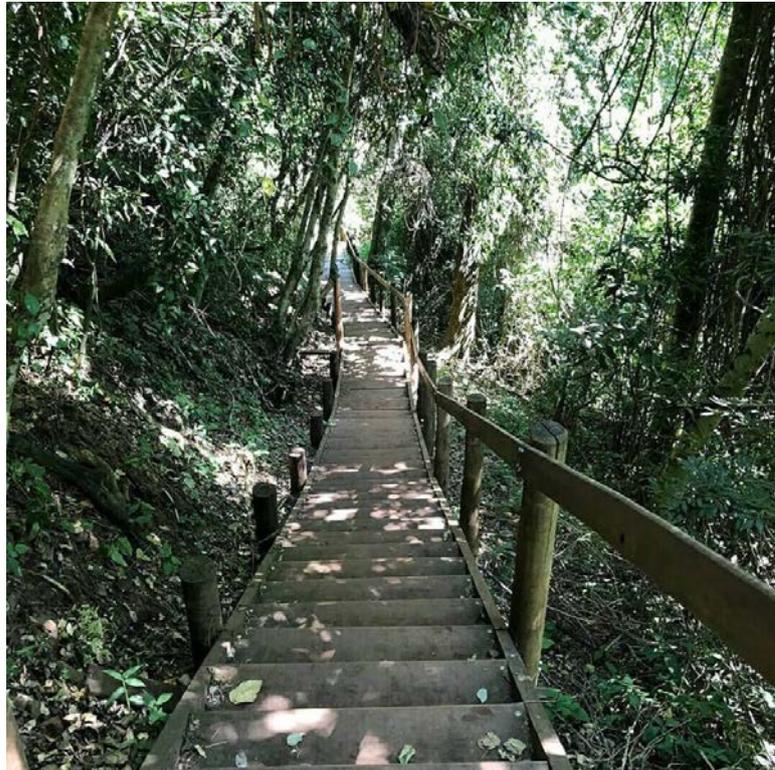
No entanto, o principal conteúdo do geossítio é geoturístico. O Saltão Parque de Ecoturismo é o mais famoso atrativo turístico de Itirapina, e já conta com boa infraestrutura no local oferecendo trilhas bem estruturadas para a locomoção até as cachoeiras (Figuras 17 e 18), serviços de estadia, como quartos para pernoite e área para camping (Figura 19), e alimentação (Figura 20), que tornam o local ainda mais conhecido e movimentado. Destaca-se no parque o valor estético dos 3 afloramentos presentes nas cachoeiras, além do potencial para prática de esportes como *canyoning*, *cascading* e *trekking*. Por esses motivos, atribuiu-se valor alto a seu conteúdo geoturístico.

Figura 17: Trilha de acesso às cachoeiras.



Fonte: Portal Saltão Parque de Ecoturismo, disponível em: <https://www.saltao.com.br/>

Figura 18: Trilha de acesso às cachoeiras.



Fonte: Portal Saltão Parque de Ecoturismo, disponível em: <https://www.saltao.com.br/>

Figura 19: Área destinada a camping no Saltão Parque de Ecoturismo.



Fonte: Portal Saltão Parque de Ecoturismo, disponível em: <https://www.saltao.com.br/>

Figure 20: Lanchonete do Saltão Parque de Ecoturismo.



Fonte: Portal Saltão Parque de Ecoturismo, disponível em: <https://www.saltao.com.br/>

Tabela 6: Classificação de valores do geossítio Saltão Parque de Ecoturismo.

Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico			X
Paleontológico	X		
Estratigráfico			X
Tectônico	X		
Hidrogeológico	X		
Geotécnico	X		
Mineralógico	X		
Geoquímico	X		
Petrológico	X		
Geofísico	X		
Mineiro	X		
Museus e coleções	X		
Geoturístico			X

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 7.5. Geossítio Morro Pelado

### 7.5.1. Localização

O Morro Pelado está localizado em área rural, na região central do município de Itirapina, próximo à via rural que liga a cidade à Estância de Ubá.

O local é de difícil acesso, não há vias que levem à base do morro, sendo necessário atravessar propriedades privadas. Além disso, toda a encosta do morro é recoberta por vegetação nativa densa, o que dificulta chegar ao topo, o que só é possível por meio de algumas trilhas

### 7.5.2. Geologia e geomorfologia

Assim como o Morro do Baú, o Morro Pelado é um morro testemunho (Figura 21), um morro que se destaca em meio a uma superfície de aplainamento como relevo residual não erodido.

# GEOSSÍTIO MORRO PELADO

## Legenda

### Unidades Litoestratigráficas:

#### MESOZÓICO

 Formação Serra Geral

Derrames de basaltos, com lentes de arenito interderrames no topo. Recobrem o topo do Morro Pelado.

 Formação Botucatu

Arenitos vermelhos, bem selecionados, com grãos arredondados. Neste geossítio, forma paredões de afloramento nas encostas do morro.

 Formação Pirambóia

Arenitos com grãos arredondados esféricos, níveis de lamitos. Estratificações cruzadas de médio a grande porte.

### Convenções Cartográficas:

 Curva de nível

 Estradas e vias rurais

 Ferrovia

 Drenagens

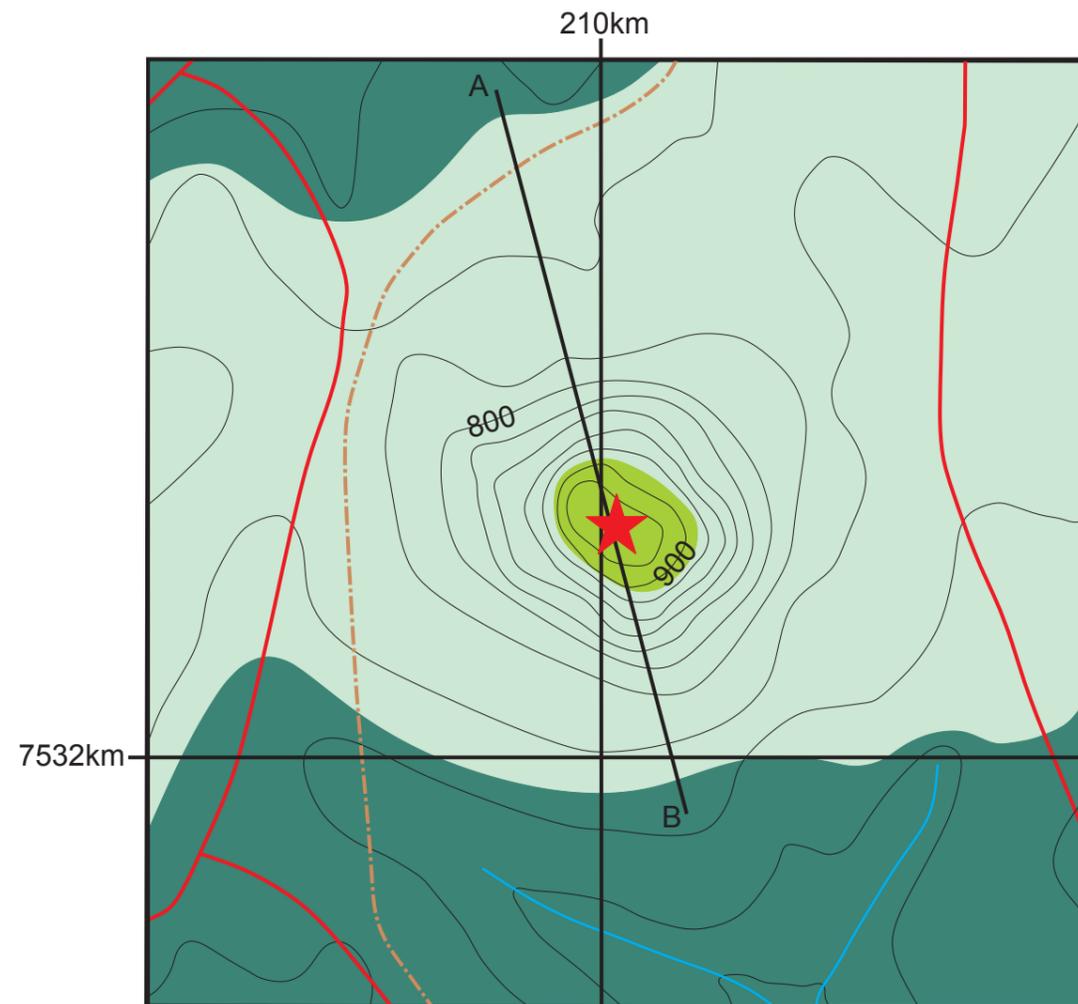
 Geossítio Morro Pelado

### Base de dados:

FOLHA SF-23-M-I-3 ITIRAPINA 1:50000

Projeção Transversal de Mercator  
Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

0m 500m 1000m



Afloramentos de arenito da Formação Botucatu.

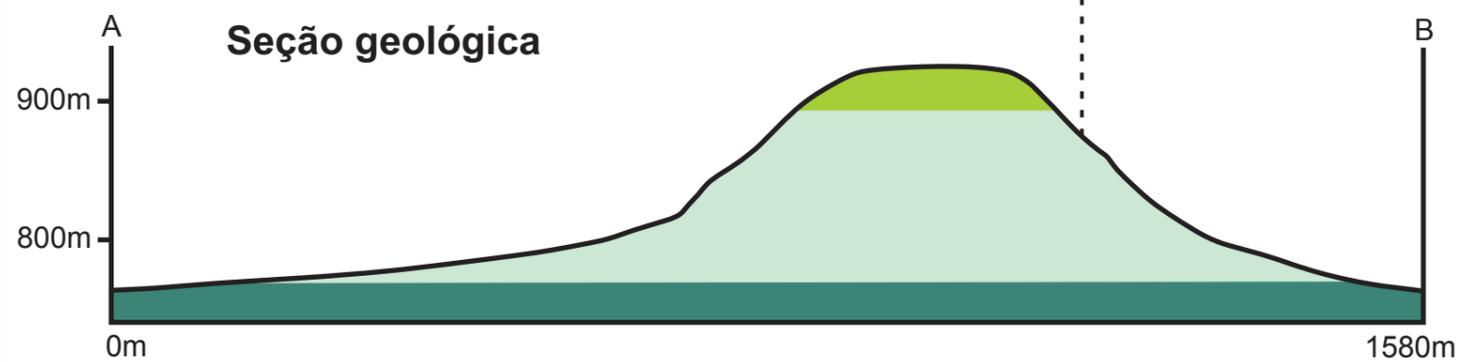


Figure 21: Morro Pelado.



Fonte: André Kolya, 2018.

Litologicamente, o morro é composto principalmente por arenitos avermelhados de grãos bem selecionados da Formação Botucatu, sendo possível observar de longe alguns afloramentos ao longo das encostas. Já a porção superior é composta pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, que dão sustentação ao morro.

### 7.5.3. Tipologia e valores do geossítio

Por se tratar de um morro testemunho, atribuiu-se ao geossítio Morro Pelado valor alto para seu conteúdo geomorfológico. Além disso, possui também conteúdo estratigráfico avaliado em valor médio por conta dos afloramentos da Formação Botucatu que expõem estruturas sedimentares, e atribuiu-se valor também médio a seu conteúdo hidrogeológico visto que a Formação Botucatu é uma das que compõem o Aquífero Guarani (Tabela 7).

Por fim, atribuiu-se também valor médio a seu conteúdo geoturístico, devido às trilhas que levam ao topo do morro, onde ocorre a prática de *trekking*, e á vista que se pode ter da região a partir dele.

Tabela 7: Classificação de valores do geossítio Morro Pelado.

Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico			X
Paleontológico	X		
Estratigráfico		X	
Tectônico	X		
Hidrogeológico		X	
Geotécnico	X		
Mineralógico	X		
Geoquímico	X		
Petrológico	X		
Geofísico	X		
Mineiro	X		
Museus e coleções	X		
Geoturístico		X	

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 7.6. Geossítio Morro do Bizigueli

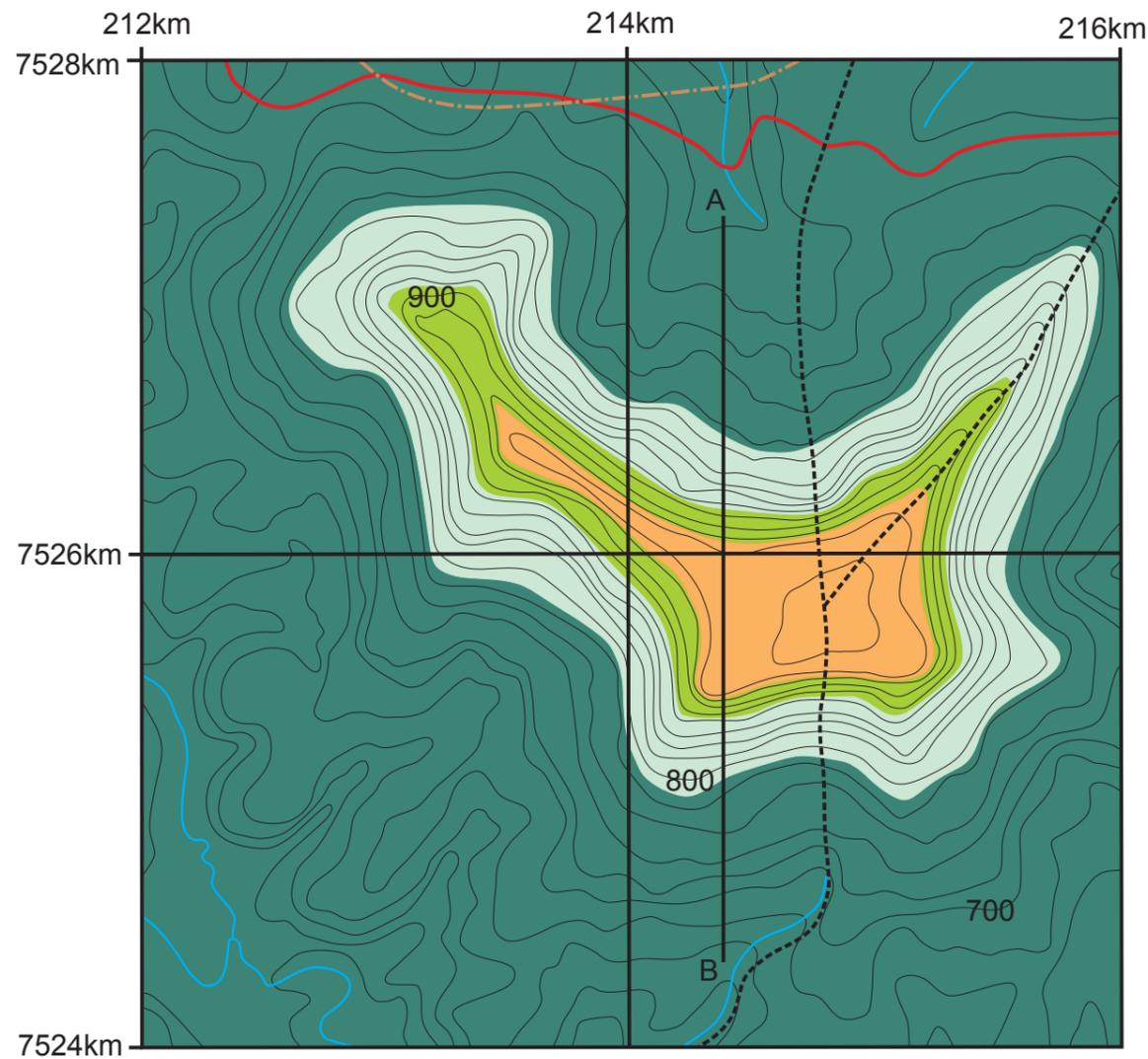
### 7.6.1. Localização

O Morro do Bizigueli está localizado no extremo sudeste do município de Itirapina, em zona rural, na divisa com os municípios de Ipeúna e Rio Claro. Não é um local de fácil acesso, sendo possível chegar apenas por vias rurais não pavimentadas, sem sinalização

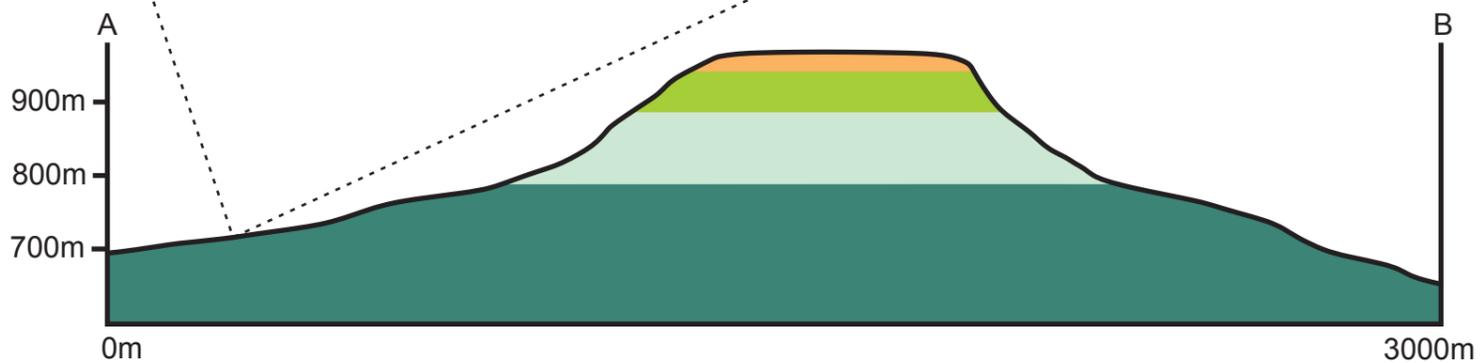
O uso e ocupação do solo nos arredores do morro se dá principalmente por pastagem para gado, com algumas áreas destinadas para plantio de cana de açúcar, já nas encostas há presença de vegetação nativa.

### 7.6.2. Geologia e geomorfologia

Litologicamente, o morro é composto principalmente por arenitos da Formação Botucatu, recobertos por derrames basálticos da Formação Serra Geral também pela Formação Itaqueri.



**Seção geológica**



**GEOSSÍTIO MORRO DO BIZIGUELI**

**Legenda**

**Unidades Litoestratigráficas:**

**CRETÁCEO SUPERIOR OU TERCIÁRIO**

 Formação Itaqueri

Bancos de arenito, por vezes silicificado, ou com crostas ferruginosas alternadas com lamitos e conglomerados. Ocorrem neste geossítio como a porção superior do morro.

**MESOZÓICO**

 Formação Serra Geral

Derrames de basaltos, com lentes de arenito interderrames no topo. Da sustentação para o testemunho.

 Formação Botucatu

Arenitos vermelhos, bem selecionados, com grãos arredondados. Forma afloramentos nas encostas.

 Formação Pirambóia

Arenitos com grãos arredondados esféricos, níveis de lamitos. Estratificações cruzadas.

**Convenções Cartográficas:**

 Curva de nível

 Estradas e vias rurais

 Limites municipais

 Drenagens

 Geossítio Morro do Bizigueli

 Ferrovia

**Base de dados:**

FOLHA SF-23-M-I-3 ITIRAPINA 1:50000

Projeção Transversal de Mercator  
Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

0m 1000m 2000m



O principal elemento geológico de interesse no entanto está ligado à geomorfologia, pois o Morro do Bizigueli é um morro testemunho, assim como o Morro do Baú e o Morro Pelado, representando uma porção de relevo não erodida que se destaca em uma área aplainada, marcando a antiga posição da serra antes do recuo do *front*.

### 7.6.3. Tipologia e valores do geossítio

O fato de o Morro do Bizigueli ser um morro testemunho permitiu lhe dar valor alto para seu conteúdo geomorfológico. Ao geossítio atribuiu-se também valor médio a seus conteúdos estratigráfico e hidrogeológico por ser litologicamente composto por arenitos da Formação Botucatu, que possuem diversas estruturas e feições sedimentares e fazem parte do Aquífero Guarani (Tabela 8).

Com cerca de 900 metros de altitude, é possível ter uma vista privilegiada da região a partir de cima do morro, além disso, práticas esportivas como *trekking* e *mountain biking* também podem ser realizadas no local. Tais fatores permitiram dar ao geossítio valor médio para seu conteúdo geoturístico.

Tabela 8: Classificação de valores do geossítio Morro do Bizigueli.

Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico			X
Paleontológico	X		
Estratigráfico		X	
Tectônico	X		
Hidrogeológico		X	
Geotécnico	X		
Mineralógico	X		
Geoquímico	X		
Petrológico	X		
Geofísico	X		
Mineiro	X		
Museus e coleções	X		
Geoturístico		X	

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 7.7. Geossítio Gruta Boca do Sapo

### 7.7.1. Localização

A gruta Boca do Sapo está localizada em zona rural, na região sudeste do município de Itirapina, especificamente na vertente oeste do vale do Córrego da Lapa, próximo à divisa com o município vizinho de Ipeúna.

Não é um local de fácil acesso, sendo necessário percorrer cerca de 10km de via rural não pavimentada a partir de Ipeúna para chegar ao vale do Córrego da Lapa, e na gruta em si só é possível o acesso a pé, subindo a vertente do vale por trilhas.

O uso e ocupação do solo na região se dá por meio do plantio de eucaliptos e por pastagem para gado, havendo ainda grandes áreas cobertas por vegetação nativa, principalmente nas encostas formadas nas vertentes do vale.

### 7.7.2. Geologia e geomorfologia

A cavidade da gruta Boca do Sapo, foi formada em meio a arenitos da Formação Botucatu, é pouco profunda, ramificada em dois salões e possui abertura de, aproximadamente, 40 m de altura (Figuras 22 e 23) (CORVALÁN, 2005).

Figure 22: Abertura da Gruta Boca do Sapo.



Fonte: André Kolya, 2018.

# GEOSSÍTIO GRUTA BOCA DO SAPO

## Legenda

### Unidades Litoestratigráficas:

#### CRETÁCIO SUPERIOR OU TERCIÁRIO

 Formação Itaqueri

Bancos de arenito, por vezes silicificado, ou com crostas ferruginosas alternadas com lamitos e conglomerados.

#### MESOZÓICO

 Formação Serra Geral

Derrames de basaltos, com lentes de arenito interderrames no topo. Acompanha o relevo de cuesta.

 Formação Botucatu

Arenitos vermelhos, bem selecionados, com grãos arredondados. Forma afloramentos nas encostas.

Em alguns casos formam-se cavernas nos arenitos, como no caso deste geossítio.

 Formação Pirambóia

Arenitos com grãos arredondados esféricos, níveis de lamitos. Estratificações cruzadas.

### Convenções Cartográficas:

 Curva de nível

 Estradas e vias rurais

 Limite do município

 Drenagens

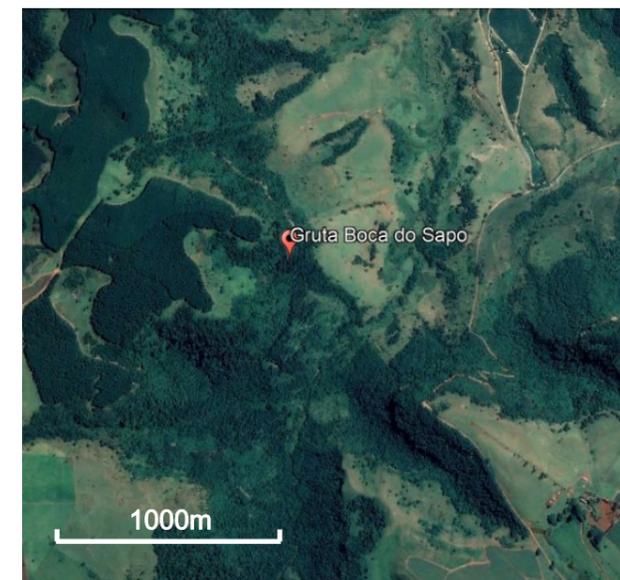
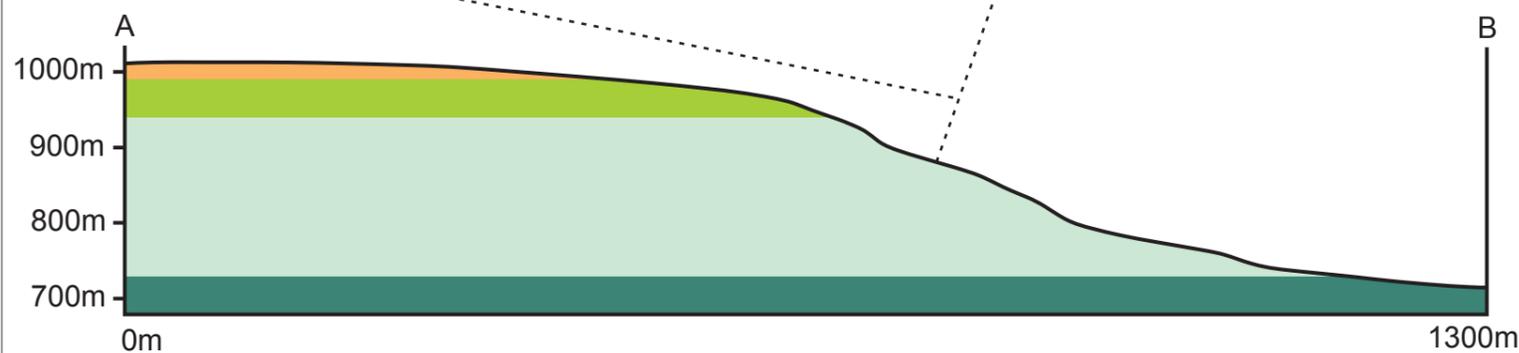
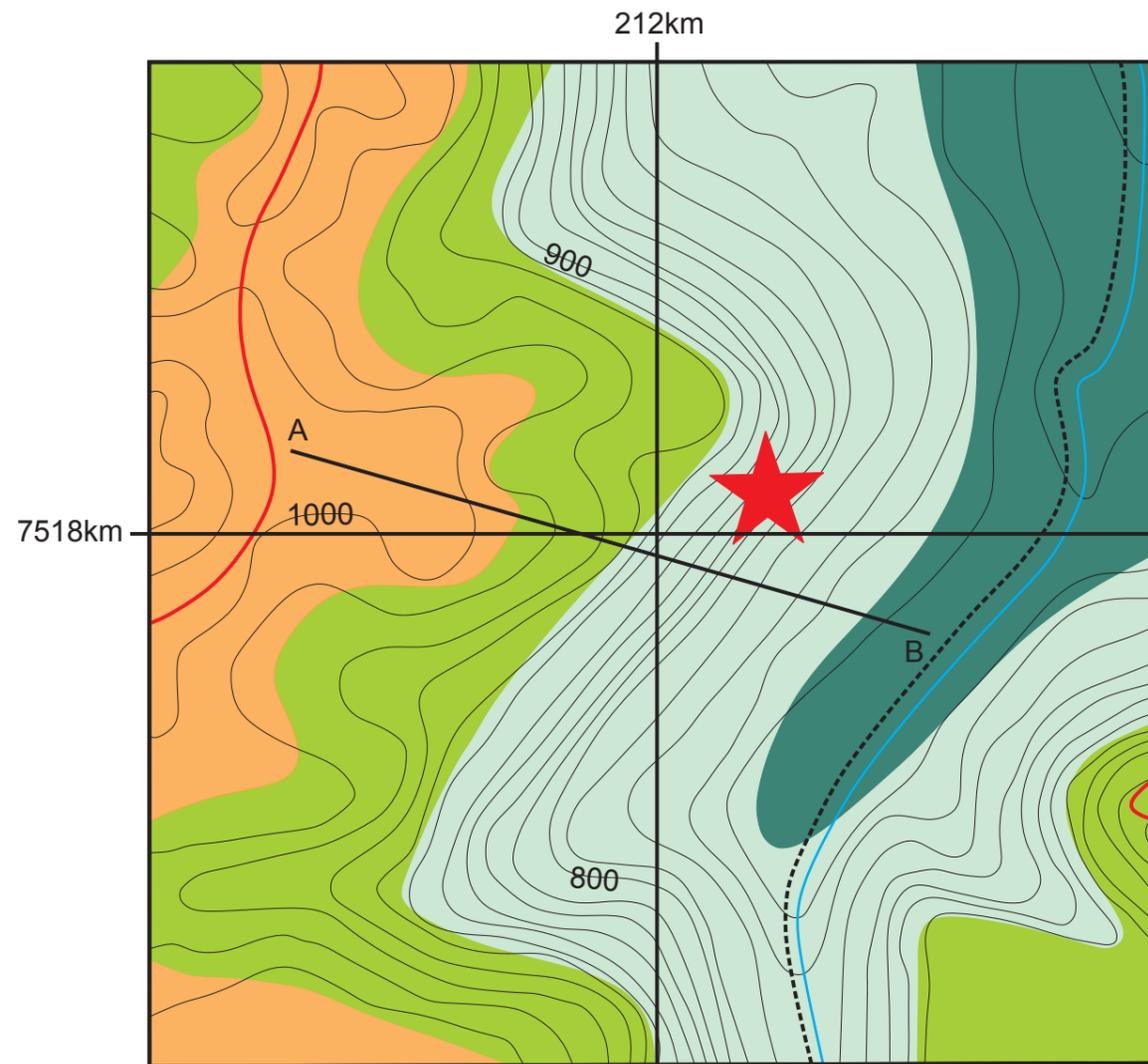
 Geossítio Gruta Boca do Sapo

### Base de dados:

FOLHA SF-23-M-I-3 ITIRAPINA 1:50000

Projeção Transversal de Mercator  
Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

0m 500m 1000m



A direção do conduto da caverna é NW, que coincide com o alinhamento geral do Rio Passa-Cinco (RIBEIRO et al., 2005). O mesmo autor ainda explica que esse alinhamento entre o conduto da gruta e o Rio Passa-Cinco pode ser resultado de reativações neotectônicas de antigas zonas de cisalhamento durante o Fanerozóico, que podem também ter sido o motivo de formação da gruta e de outras da região.

Geomorfologicamente, a gruta está localizada no front da Serra de Itaqueri, assim como as outras cavernas da região, tendo se instalado entre o ponto de *cornija* das cuevas arenito-basálticas e a zona de tálus.

### 7.7.3. Tipologia e valores do geossítio

A grande exposição da Formação Botucatu ocasionada pela cavidade da gruta, e a participação dessa formação no Aquífero Guarani, levam a atribuir valor médio para os conteúdos estratigráfico e hidrogeológico desse geossítio (Tabela 9).

Por se tratar de uma feição de relevo cárstico arenítico, e estar situado no front de cuevas da Serra de Itaqueri, também foi possível atribuir valor alto para seu conteúdo geomorfológico (Tabela 9).

Além disso, atribuiu-se valor médio ao conteúdo tectônico do geossítio, devido à origem da gruta ser possivelmente associada à neotectônica da região.

Tabela 9: Classificação de valores do geossítio Gruta Boca do Sapo.

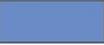
Conteúdo	Valor		
	Baixo	Médio	Alto
Geomorfológico			X
Paleontológico	X		
Estratigráfico		X	
Tectônico		X	
Hidrogeológico		X	
Geotécnico	X		
Mineralógico	X		
Geoquímico	X		
Petrológico	X		
Geofísico	X		
Mineiro	X		
Museus e coleções	X		
Geoturístico			X

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, o geossítio também apresenta alto valor em seu conteúdo geoturístico. Cavernas são grandes atrativos turísticos, nas quais pode-se praticar o chamado *caving*, que consiste na prática de conhecimento de cavernas para observação e contemplação, além de outros esportes como o rapel.

Ainda como parte dos resultados obtidos, confeccionou-se uma tabela com a classificação de todos os geossítios avaliados (Tabela 10).

Tabela 10: Classificação geral de valores dos geossítios. Relação de numeração com os geossítios: 1 – geossítio Morro do Fogão; 2 – geossítio Morro do Baú; 3 - geossítio Cachoeira São José; 4 – geossítio Saltão Parque de Ecoturismo; 5 – geossítio Morro Pelado; 6 – geossítio Morro do Bizigueli; 7 – geossítio Gruta Boca do Sapo.

GEOSSÍTIOS CONTEÚDO	1	2	3	4	5	6	7
Geomorfológico	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Paleontológico	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Estratigráfico	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio	Médio	Médio
Tectônico	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio
Hidrogeológico	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Médio	Médio
Geotécnico	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Mineralógico	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Geoquímico	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Petrológico	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Geofísico	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Mineiro	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Museus e coleções	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Geoturístico	Alto	Médio	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto
<b>VALORES:</b>	Baixo: 		Médio: 		Alto: 		

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática da preservação do meio ambiente e de sua diversidade, um assunto cada vez mais recorrente, costuma focar suas iniciativas e ações apenas na vertente relacionada à biodiversidade, negando assim a devida atenção à vertente da

geodiversidade, ainda que os elementos de ambas as vertentes sejam coexistentes e interdependentes.

Pelo fato de possuírem aspectos de elevada resistência e passividade diante de ações antrópicas e ambientais, os elementos da geodiversidade como rochas, montanhas e tantos outros não são vistos como vulneráveis.

Neste sentido, a geodiversidade, no geral, carece da devida valorização e estudos necessários para que possa ser preservada com êxito.

Seguindo essa linha de raciocínio, a iniciativa do Projeto Geoparque Corumbataí tem como principal objetivo proporcionar ao vasto patrimônio geológico da região da bacia do Rio Corumbataí a sua valorização e consequente preservação.

Assim, o presente trabalho buscou, por meio da inventariação e identificação de valores aos geossítios do município de Itirapina, atingir o objetivo de identificar os locais expoentes da geodiversidade local que são merecedores de proteção e preservação.

Os sete geossítios identificados e descritos no município de Itirapina possuem, no geral, conteúdo de alto valor científico principalmente nas áreas de geomorfologia e estratigrafia com alguns ainda apresentando valor nas áreas de hidrogeologia e tectônica. Devido a isso, possuem também amplo potencial de uso educacional, pois seus diversos valores permitem abordar diferentes temas em atividades de educação

Os geossítios Morro do Baú, Morro Pelado e Morro do Bizigueli se destacam na área da geomorfologia, já que se configuram como três morros testemunhos. Ainda tratando-se de valor geomorfológico, o geossítio Gruta Boca do Sapo merece destaque, por ser expoente do relevo cárstico arenítico da região, e por estar situado no front de cuevas da Serra de Itaqueri. E por fim, o geossítio Morro do Fogão também possui conteúdo de alto valor geomorfológico por proporcionar vista ímpar das escarpas areníticas-basálticas da serra.

Os geossítios que se destacam por seu conteúdo de valor estratigráfico são: o geossítio Saltão Parque de Ecoturismo, devido à exposição das rochas da Formação Serra Geral em suas cachoeiras; o geossítio Morro do Fogão, devido aos grandes aforamentos da Formação Botucatu em suas escarpas; e o geossítio Gruta Boca do Sapo, que expõe as rochas da Formação Botucatu na qual está situado.

Todos os geossítios onde afloram os arenitos da Formação Botucatu possuem valor hidrogeológico, pois tais rochas compõem o reservatório do Aquífero Guarani, e conseqüentemente suas áreas aflorantes são áreas de recarga.

Ainda, o geossítio Gruta Boca do Sapo tem valor tectônico, pois o conduto da caverna segue orientação geral semelhante a alinhamentos associados a reativações neotectônicas na região.

Além do valor científico, os geossítios analisados se destacam também por seu valor e potencial geoturístico. Com exceção do Morro do Bizigueli, todos os outros geossítios são atrativos turísticos do município, com destaque para os geossítios Saltão Parque de Ecoturismo, Gruta Boca do Sapo, Morro do Fogão e Cachoeira São José. Todos estes locais são reconhecidos pelo público em geral, e por praticantes de esportes.

Contudo, a maioria dos geossítios também se encontra ameaçada, devido à ausência de estratégias de conservação, em especial a ausência de controle na visitação dos sítios. Sem as devidas orientações e precauções, até mesmo atividades básicas como a visitação e práticas esportivas podem colocar em risco o patrimônio geológico.

Este trabalho foi apenas inicial no levantamento do patrimônio geológico existente no município de Itirapina, havendo a necessidade de continuação com novos projetos de pesquisa voltados a essa temática, pois notou-se durante a realização deste projeto o enorme potencial geológico da área de estudo.

## **9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Instituto Geográfico Geológico. Geologia do Estado de São Paulo. IGC, 1964.

ALMEIDA, F.F.M. de; Hasui, Y; PONCANO, W.L; DANTAS, A.S.L; MELO, M.S. de; BISTRICHI, C.A. Mapa geológico do Estado de Sao Paulo escala 1:500000. Sao Paulo, IPT, 1981

BERTULUCI, F. B. Análise da Vulnerabilidade à Deterioração de Geossítios na Região da Bacia do Rio Corumbataí (SP) – Rio Claro, 2017.

BRILHA, J. Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

CORVALÁN, S.B. – Levantamento e caracterização dos atrativos naturais da Bacia do Rio Passa Cinco, através de Geoprocessamento. Dissertação de Mestrado. IGCE UNESP Rio Claro. 118 p. 2005.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Gestão Territorial – Geodiversidade, disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade-162>, 2016.

GRANDGIRARD, V. L'évaluation des géotopes. *Geologica Insubrica*, 4 (1), 59-66. 1999.

GRAY, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons Ltd., England Hasenack, 2004.

ICNF - Património Geológico e Geossítios, disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/pn/geodiversidade/patrimonio-geologico>.

KÖPPEN, W. *Climatología: con un estudio de los climas de la tierra*. México. Ed. Fondo de Cultura Económica. Versión de Pedro R. Hendrichs, 1948.

LIMA, F. F. Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro. Dissertação de Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação, Universidade do Minho, 2008.

MACHADO, F. B.; NARDY, A. J. R.; OLIVEIRA, M. A. F. Geologia e aspectos petrológicos das rochas intrusivas e efusivas mesozoicas de parte da borda leste da bacia do Paraná no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 64 - 80, mar. 2007.

MARQUES, L. S.; ERNESTO, M. O magmatismo toleítico da Bacia do Paraná. In: V. MONTESSO-NETO; A. BARTORELLI; C. D. R. CARNEIRO; B. B. BRITO-NEVES (Coord.). Geologia do continente sul-americano. Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Ed. Beca. p.245-263. 2004.

MILANI, E. J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica Fanerozoica do Gondwana Sul-Ocidental. 255 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

NASCIMENTO, M.A.L.; RUCHKYS, U.A. & MANTESSO-NETO, V. Geodiversidade, Geconservação e Geoturismo: Trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo, SBG, 82p. 2008.

PEREIRA, P. J. da S. Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Nacional de Montesinho. 2006. Tese (Doutorado em Ciências – Especialidade em Geologia). Universidade do Minho, Portugal, 2006.

PERINOTTO, J.A.J.; ZAINÉ, J.E. (2008). Coluna Estratigráfica da Região de Rio Claro.

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

RIBEIRO, L. F. B.; SOUZA CRUZ, F. R.; RIBEIRO, M. C. S.; GODOY, D. F.; Origem e controle estrutural e estratigráfico das cavernas, tocas, abrigos de ipeúna e itirapina – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 28. Campinas. Anais CBE. <[www.cavernas.org.br/anais28cbe/28cbe\\_205-211.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais28cbe/28cbe_205-211.pdf)>. 205 - 211p. 2005.

RICCOMINI, C. Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do estado de São Paulo e áreas vizinhas. 100f. Tese de Livre Docência - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ROMÃO, R. M. M.; GARCIA, M. G. M. Iniciativas de Inventário e Quantificação do Patrimônio Geológico no Brasil: Panorama Atual. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 40 - p. 250-265. 2017.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia, Ambiente e Planejamento. Ed. Contexto, São Paulo, 1990.

SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais..., Porto Alegre: SBG, v.1, p. 41-65, 1974.

SIMÕES, M. G.; FITTIPALDI, F. C. Fósseis da região de Rio Claro. Rio Claro: Arquivo Municipal, 1988.

SHARPLES, C. Concepts and Principles of Geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002.

SOARES, P. C. Elementos estruturais da parte nordeste da bacia do Paraná: classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n. XXVIII., 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBG, p.107-121. 1974.

ZAINE, J.E. Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP). Rio Claro, SP. 98p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP, 1994.

ZAINE, M. F.; PERINOTTO, J. A. J. Patrimônios Naturais e História Geológica da Região de Rio Claro - SP. Rio Claro: 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: SARTI, A.C.; MENDET I CERDAN, L. (Org.). Turismo e Arqueologia: Múltiplos Olhares. Piracicaba: Equilíbrio, 2009.

ZALÁN, P.V.; WOLFFS, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANNOTO, O.A. Tectonic and sedimentation in the Paraná Basin In: Simpósio Sul Brasileiro, 3, Curitiba, p. 30 – 33. 1987.