

GEODIVERSIDADE E GEOTURISMO NO VULCÃO DA CACHOEIRA DOS CIGANOS (PARANÁ – BRASIL)

Luana Tiemi Moletta ^{ID}; Caroline Schneider Sales ^{ID}; Camila Pimentel de Carvalho ^{ID}; Caroline Figueiredo Rocha ^{ID}; Inan Guilherme Senter ^{ID}; Pedro Afonso Krinski Moreira ^{ID}; Fabio Braz Machado ^{ID}; Roberta Pereira Guimarães ^{ID}

Universidade Federal do Paraná. Av. Cel. Francisco H. dos Santos, s/n - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81270-460.

E-mail: luanatiemimoletta@gmail.com; catyline1@gmail.com; camila.pimentel@ufpr.br; carolfig.rocha@gmail.com; i.senter@hotmail.com; pedro.afonso@ufpr.br; fabio.machado@ufpr.br; robertaguimaraes@ufpr.br

Abstract: *Cachoeira dos Ciganos is located approximately 60 km from Curitiba and features a 15-meter-high and 30-meter-wide waterfall, surrounded by native vegetation and fauna, with virtually no environmental impact. It lies within the Guaratubinha Basin, which developed over the rocks of the Luís Alves Terrane. The top of the basin's stratigraphic sequence is represented by the Serra do Salto Formation (~600 Ma), comprising acidic volcanic, volcanoclastic, and epiclastic rocks. This unit is subdivided into three members: the Osso da Anta Member, composed of ignimbrites, breccias, volcanic tuffs, and rhyolites; the Castelhanos Member, dominated by tuffs and ignimbrites—which may contain fiammes and volcanic bombs—interbedded with siltstones and sandstones; and the Escutador Member, consisting of alkali feldspar rhyolites and rhyodacites, where columnar jointing can be observed. In the waterfall area, outcrops and cobbles representing nearly the entire Castelhanos Member and the base of the Escutador Member are exposed. The base of the Escutador Member is marked by the waterfall and exhibits an initial alternation of rhyolite and subordinate tuffs, grading upward into a domain of fine-grained, reddish rhyolite. The interbedding with epiclastic sediments indicates periods of volcanic quiescence interrupted by eruptive pulses responsible for generating high-density pyroclastic flows and acidic lava effusions. This process likely culminated in caldera collapse, followed by new rhyolitic lava flows. The volcano has been identified as a stratovolcano, with the associated explosive activity characterized as Plinian in style. The geological and ecological richness of the site highlights its strong potential for geotourism, particularly with a scientific focus.*

Keywords: *Guaratubinha Basin; geotourism; ignimbrite*

1. INTRODUÇÃO

A Cachoeira dos Ciganos está localizada a aproximadamente 60 km ao sul do centro do município de Curitiba (Figura 1), inserida em área de propriedade privada, porém com infraestrutura de acesso facilitado, incluindo guias locais e estacionamento com ampla capacidade. Situa-se no município de São José dos Pinhais, na Região Metropolitana de Curitiba, com acesso pela rodovia BR-376, no sentido norte, na altura do km 638.

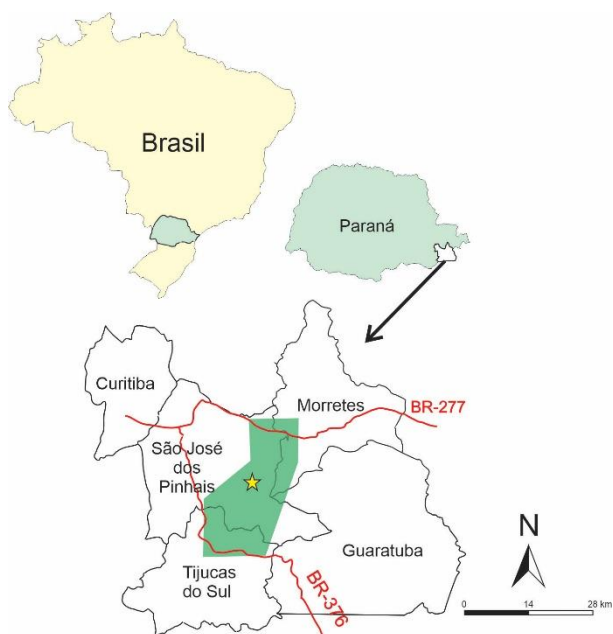


Figura 1. Mapa esquemático de localização da Bacia de Guaratubinha (em verde). A estrela indica a área de estudo.

No local, há uma trilha de baixa declividade, com aproximadamente 30 minutos de caminhada, que conduz os visitantes a uma queda d'água com cerca de 15 metros de altura e 30 metros de largura (Figura 2). A cachoeira está inserida em um remanescente bem preservado de Mata Atlântica, no Segundo Planalto Paranaense, configurando uma Área de Preservação Permanente (APP).



Figura 2. Vista da Cachoeira dos Ciganos localizada no final da trilha.

Ao longo do percurso, acompanha-se o leito do rio Arraial, cujas águas são rasas e límpidas — geralmente com profundidade inferior a 50 cm — e apresentam leito recoberto por seixos de granulometria variável (de 0,05 m a 0,50 m), além de fauna aquática visível, como pequenos peixes.

Esses seixos possuem litologias variadas, podendo ou não estar relacionadas aos afloramentos observados ao longo da trilha.

Tais afloramentos consistem em uma sucessão de rochas sedimentares pelíticas e rochas vulcânicas de composição predominantemente félsica a intermediária, associadas a eventos vulcanogênicos datados do Neoproterozoico, com idade aproximada de 600 Ma (Siga Jr. *et al.* 1995, 2000).

Essas unidades inserem-se em contextos geotectônicos vinculados ao ciclo Brasileiro, sendo objeto de estudo recorrente na disciplina de Vulcanismo do curso de Geologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), especialmente em atividades de campo voltadas à caracterização petrológica e estrutural dos litotipos.

Apesar do notável valor científico e didático da região, observa-se um déficit de conhecimento por parte do público visitante, o que representa uma oportunidade para ações de popularização da ciência e educação ambiental, com vistas à implantação adequada do geoturismo.

Dessa forma, o projeto de extensão universitária na UFPR — com forte viés

também para a pesquisa — com o objetivo de compreender as características do processo vulcânico, incluindo o tipo de vulcão e o estilo eruptivo envolvido até então não abordados na literatura, bem como tornar essas informações (incluindo tipos de rochas) acessíveis e compreensíveis ao público visitante. Para isso, serão utilizadas abordagens integrativas, com o uso de imagens e páginas web acessadas por

2. GEOLOGIA LOCAL

A Bacia do Guaratubinha (Figura 3) é caracterizada por ter se desenvolvido em um estágio de transição na Plataforma Sul-Americana (Almeida 1969; Teixeira *et al.* 2004). Possui formato romboédrico, com

meio de *QR codes* instalados no local, que conta com acesso à internet disponibilizado pelo proprietário.

Dentro das atividades do projeto, foram realizadas etapas de campo com coleta de amostras e levantamento de uma coluna litoestratigráfica.

alongamento na direção nordeste (NE), sendo demarcada por falhas de alto ângulo (Barbosa, 2018). Ainda segundo Barão *et al.* (2017), trata-se de uma bacia do tipo *pull-apart*, com cerca de 200 km² de área e múltiplas fases de deformação.



Figura 3. Mapa geológico simplificado da Bacia de Guaratubinha sobre imagem aérea do Google Earth (2025). A estrela indica a área de estudo. Adaptado de Barão *et al.* (2017).

A Bacia do Guaratubinha é constituída essencialmente por rochas sedimentares conglomeráticas, rochas vulcânicas intermediárias e rochas de caráter ácido (Fuck *et al.* 1967). Segundo Basei *et al.* (1992), a bacia

foi formada durante os últimos estágios do Ciclo Brasileiro, no Neoproterozoico.

Além disso, a bacia foi pioneiramente estudada por Fuck *et al.* (1967), conforme apurado por Cordani (2025), no âmbito da Comissão da

Carta Geológica do Paraná. Os autores descreveram a bacia em três principais seqüências, apresentando discordância angular sobre os granitóides e migmatitos pré-cambrianos do embasamento do Complexo Granulítico de Santa Catarina (SCGC). Essas seqüências foram definidas como:

- ◆ Sequência sedimentar, composta por arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados;
- ◆ Sequência vulcânica riolítica, constituída por rochas riolíticas porfíricas, lápili-tufos, tufos, brechas vulcânicas e microgranitos;
- ◆ Sequência vulcânica andesítica, formada por rochas de natureza andesítica e, ocasionalmente, dacítica.

Os autores também mencionam intrusões de diques de microgranito que cortam o embasamento.

Mas foi Castro *et al.* (1993) quem realizaram estudos mais detalhados sobre as rochas da Bacia do Guaratubinha, restringindo áreas das ocorrências sedimentares, identificando novas fácies vulcanoclásticas e distinguindo cinco fácies litológicas:

- ◆ associação sedimentar;
- ◆ vulcânica ácida com rochas vulcanoclásticas;
- ◆ vulcanoclástica ácida;
- ◆ vulcânica intermediária;
- ◆ vulcanoclástica superior.

Em estudos posteriores, Barão *et al.* (2017) propuseram uma simplificação para o então Grupo Guaratubinha, classificando-o em três formações, da base ao topo:

- ◆ Formação Miringuava, constituída por conglomerados, arenitos e folhelhos;
- ◆ Formação Vossoroça, composta por rochas de grande derrame andesítico;
- ◆ Formação Serra do Salto, que engloba uma associação de rochas vulcanoclásticas, vulcânicas ácidas e epiclásticas, subdividida em três membros — Membro Osso da Anta, Membro Escutador e Membro Castelhanos (Figuras 3 e 4) — de acordo com a predominância de cada tipo litológico.

Siga Jr. (1995) realizou a datação das rochas ácidas da Bacia do Guaratubinha por meio dos métodos Rb/Sr e U-Pb. A análise geoquímica por Rb/Sr resultou em idades de 570 ± 10 Ma, enquanto o método U-Pb indicou idade de 602 ± 11 Ma, sugerindo um período de formação entre 600 e 570 Ma para essas rochas. Posteriormente, Siga Jr. *et al.* (2000) efetuaram novas datações utilizando o método SHRIMP com U-Pb em cristais de zircão das rochas riolíticas, obtendo idade de cristalização de $604,6 \pm 8,6$ Ma. Também foram realizadas datações geoquímicas por LA-ICP-MS nas rochas intermediárias da bacia, que indicam idades entre 580 e 593 Ma para as rochas andesíticas (Barbosa 2018).

2.1.3. Formação Serra do Salto

Essa unidade é constituída por uma associação de rochas vulcanoclásticas (ignimbritos, brechas vulcânicas, tufos e tufos com lapilli/bomba), rochas ácidas (riolitos e riodacitos), rochas epiclásticas e brechas tectônicas. Adota-se a nomenclatura de Castro *et al.* (1993) e Barão *et al.* (2017), que dividiram a formação em três membros distintos conforme a predominância de cada associação litológica presente (Figura 4), foco desta pesquisa.

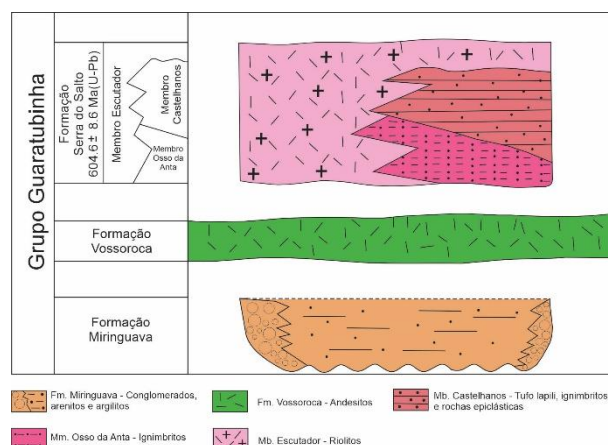


Figura 4. Coluna estratigráfica da Bacia de Guaratubinha publicada em Barão *et al.* (2017).

2.1.3.1 Membro Osso da Anta

O Membro Osso da Anta recebeu essa denominação por aflorar nas proximidades do rio Osso da Anta, tendo sido descrito originalmente por Castro *et al.* (1993), que o caracterizaram como a 'associação vulcanoclástica ácida'. A sequência é composta por uma intercalação de ignimbritos fortemente soldados — com *fiammes* e estruturas semelhantes a *climbing ripples* bem marcadas —, tufos e riólitos maciços, vesiculares, com ou sem esferulitos.

2.1.3.2 Membro Castelhanos

Este membro é definido como uma sucessão de rochas vulcanoclásticas, incluindo tufos de cinzas vulcânicas, tufos com cristais de cinzas vulcânicas, tufos com *lapilli*, tufos com cinzas vitrificadas, ignimbritos e rochas epiclásticas. As rochas apresentam granulação fina, variação de cor nas cinzas vulcânicas e presença de bombas vulcânicas e *lapilli*.

Os ignimbritos mostram estruturas de fluxo evidenciadas pela orientação de cristaloclastos e litoclastos, além de filmes que acompanham o fluxo magmático da rocha.

As rochas epiclásticas ocorrem no topo do membro, com feições de *ripple marks* observadas em siltitos e arenitos de granulação fina a média, indicando deposição em ambiente aquático.

2.1.3.3 Membro Escutador

Associação vulcânica ácida composta essencialmente por riólitos, riodacitos e rochas vulcanoclásticas subordinadas. Essas litologias ocorrem no topo da bacia, a aproximadamente 1200 metros acima do nível do mar, o que facilita sua diferenciação em relação às demais associações.

Os riólitos deste membro apresentam coloração cinza-rosada a cinza-clara e exibem fenocristais de sanidina inseridos em matriz fina composta predominantemente por quartzo, caracterizando textura porfirítica.

3. RESULTADOS

Na região da cachoeira, é possível observar afloramentos e seixos representativos de grande parte da sequência dos Membros Castelhanos e Escutador (Figura 5).

Os seixos, com poucos centímetros de diâmetro e acessíveis à coleta por turistas, são compostos por riólitos (maciços, amigdaloidais e com esferulitos), dacitos, lamprófiros, ignimbritos, tufos e pseudopomes.

O lamprófiro está associado provavelmente a ocorrência de um dique cretácico a montante associado ao Arco de Ponta Grossa.

3.1. Membro Castelhanos

Os primeiros 20 metros da sucessão aflorante correspondem ao Membro Castelhanos, compreendendo rochas epiclásticas constituídas por siltitos e arenitos de granulação fina a média, com estratificação plano-paralela e *wavy ripples* subordinados (Figura 5E). Essas unidades são sobrepostas por lâminas centimétricas de dacitos porfiríticos na base.

A porção intermediária da sequência é caracterizada pela presença de tufos vulcânicos, *lapilli*-tufos (Figura 5B e E), bomba-tufos, ignimbritos e rochas epiclásticas subordinadas. Os ignimbritos, contendo *fiammes*, estão fortemente compactados, apresentam estruturas semelhantes a *climbing ripples* (Figura 5C e D) e laminação descontínua. A estrutura de fluxo é definida pela orientação de litoclastos de tufos e de cristaloclastos, compostos por quartzo, sanidina e minerais opacos.

Os *lapilli*-tufos são de coloração avermelhada e origem riolítica, com porções contendo bombas vulcânicas de 5 a 7 cm. Nessas seções, os *lapilli* ocorrem alinhados, indicando a direção do fluxo piroclástico. Esses fluxos são localmente interrompidos por derrames de riólito, os quais podem apresentar textura esferulítica.

3.2. Membro Escutador

A base do Membro Escutador, no afloramento estudado, é marcada por uma queda d'água que provoca marmitamentos. Nesse ponto, observa-se uma alternância inicial entre riolitos e tufos subordinados na base, que gradualmente dão lugar a um domínio de riolito fino, avermelhado e maciço (Figura 5A). Este último é notavelmente mais homogêneo em relação à unidade vulcânica imediatamente inferior.

Intercalações com sedimentos epiclásticos indicam períodos de quiescência na atividade vulcânica, interrompidos por pulsos eruptivos responsáveis pela geração de fluxos piroclásticos de alta densidade e derrames de lava ácida. Esse ciclo evolutivo culminou, provavelmente, no colapso de uma caldeira, seguido por novos episódios de extrusão de lavas riolíticas.

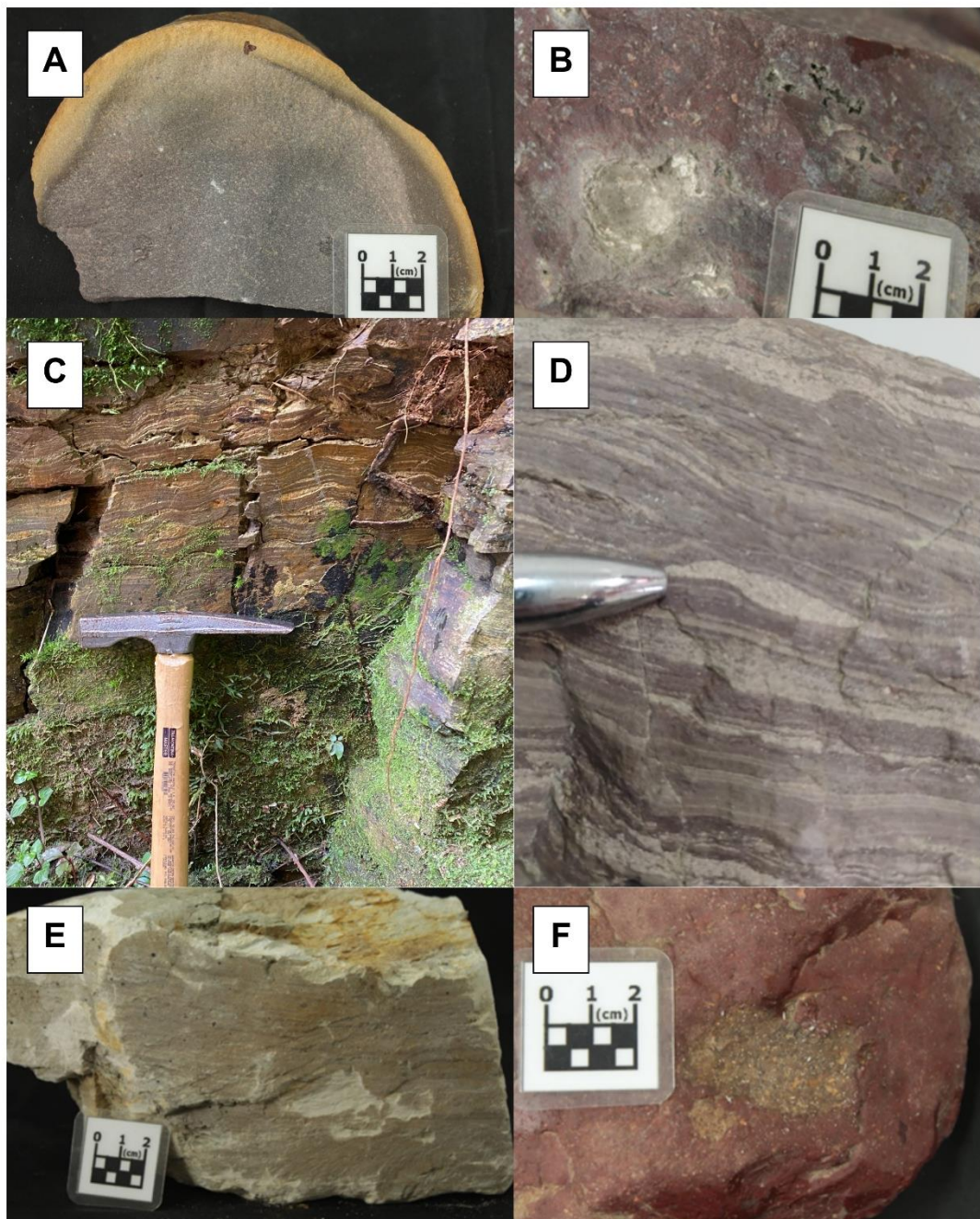


Figura 5. Amostras coletadas nos afloramentos: (A) riolito maciço; (B) tufo contendo cinza litificada; (C, D) ignimbrito com fiammes e estruturas análogas a *climbing ripples*; (E) siltito com estratificação plano-paralela; (F) lapilli-tufo.

A descrição das amostras e o levantamento estratigráfico em campo possibilitaram a

elaboração da coluna litoestratigráfica apresentada na Figura 6.

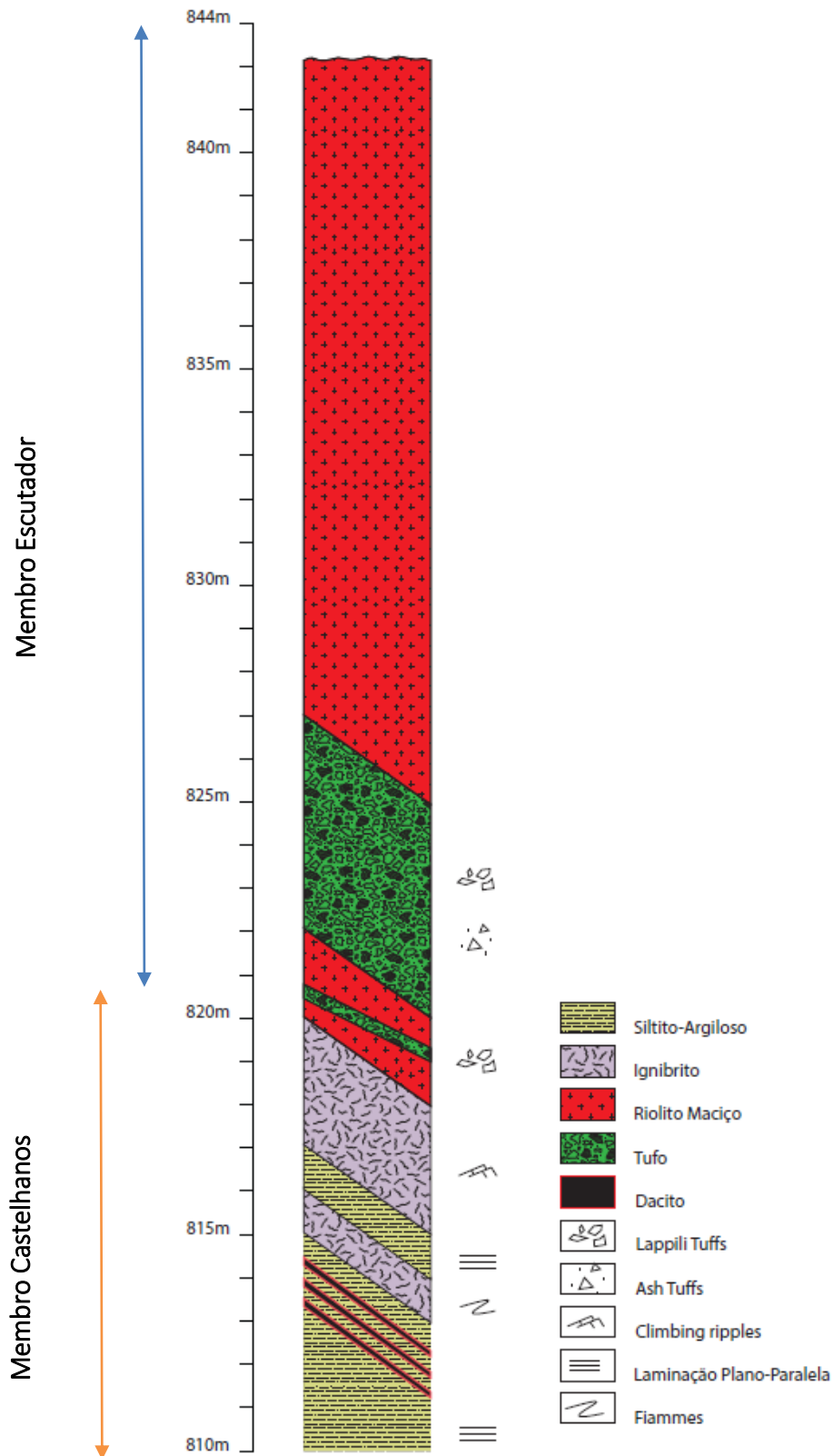


Figura 6. Coluna litoestratigráfica do local de estudo.

4. CONCLUSÃO

Embora ainda em andamento, o presente trabalho já reúne informações científicas relevantes, como a ocorrência de ignimbritos que apresentam estruturas análogas a *climbing ripples* no Membro Escutador.

Trabalhos como os de Douillet *et al.* (2013) relatam que estruturas similares a *climbing ripples* podem ocorrer em depósitos de correntes piroclásticas, especialmente aquelas menos concentradas ou mais diluídas — ambientes que se aproximam de condições transicionais que antecedem ou acompanham a formação de ignimbritos.

Segundo Akin *et al.* (2023), tais estruturas só seriam possíveis em ignimbritos em condições de menor energia durante o processo deposicional.

Apesar dessas observações, os ignimbritos descritos na área seguem majoritariamente a classificação proposta por Akin *et al.* (2023), apresentando *fiammes*, litoclastos alinhados e zonas de gradação normal ou inversa, o que indica, de forma geral, deposição rápida e turbulenta a partir de fluxos piroclásticos densos.

É possível, portanto, que os ignimbritos do Membro Castelhanos reflitam um ambiente de deposição transicional entre regimes de baixa e alta energia.

Além disso, o Membro Escutador apresenta depósitos típicos de surge piroclástico, que se propagam lateralmente a partir da base de uma coluna eruptiva colapsada, podendo se aproximar das zonas de ocorrência mais homogênea de riolitos.

O colapso da caldeira (Figura 7) é evidenciado pela abundância de fluxos de riolito observados já nas imediações da Cachoeira, onde também se verifica o término dos depósitos piroclásticos. A análise integrada da coluna litoestratigráfica e das amostras permitiu identificar o sistema vulcânico como um estratovulcão, com episódios bem marcados de quiescência registrados no Membro Castelhanos.

Dessa forma, a riqueza geológica e ecológica da região destaca seu elevado potencial para o desenvolvimento do geoturismo voltado ao interesse científico, especialmente no que atualmente se denomina Vulcão Cachoeira dos Ciganos.



Figura 7. Modelo gerado por inteligência artificial do Vulcão Cachoeira dos Ciganos.

5. REFERÊNCIAS

- AKIN, M.; TOPAL, T.; DINÇER, I.; AKIN, M. K.; ÖZVAN, A.; ORHAN, A.; ORHAN, A. A new quantitative welding degree classification for ignimbrites. *Environmental Earth Sciences*, [S.l.], v. 82, n. 13, p. 1–18, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11026-7>.
- ALMEIDA, F. F. M. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, Salvador, v. 23, p. 29–46, 1969.
- BARÃO, L. M.; TRZASKOS, B.; VESELY, F. F.; CASTRO, L. G.; FERREIRA, F. J. F.; VASCONCELLOS, E. M. G.; BARBOSA, T. C. The role of post-collisional strike-slip tectonics in the geological evolution of the late Neoproterozoic volcano-sedimentary Guaratubinha Basin, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 80, p. 29–46, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2017.09.014>.
- BARBOSA, T. C. Petrogênese das rochas vulcânicas ácidas e intermediárias da Bacia do Guaratubinha – PR. 2018. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade

Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/56102>.

BASEI, M. A. S.; SIGA JUNIOR, O.; MACHIAVELLI, A.; MANCINI, F. Evolução tectônica dos terrenos entre os Cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR - SC). Revista Brasileira de Geociências, v. 22, n. 2, p. 216-221, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1992216221>.

CASTRO, N. A.; REIS NETO, J. M.; ASSINE, M. L. Rochas vulcanogênicas da Formação Guaratubinha, PR. Anais do Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, Curitiba, p. 43-44, 1993.

CORDANI, G. U. Geological (and related) memories of six decades with Reinhardt Fuck. Boletim Paranaense De Geociências, v. 83, n.1, p. 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/bpg.v83i1.98372>.

DOUILLET, G. A.; TSANG-HIN-SUN, È.; KUEPPERS, U.; LETORT, J.; PACHECO, D. A.; GOLDSTEIN, F.; VON AULOCK, F.; LAVALLÉE, Y.; HANSON, J. B.; BUSTILLOS, J.; ROBIN, C.; RAMÓN, P.; HALL, M.; DINGWELL, D. B. Sedimentology and geomorphology of the deposits from the August 2006 pyroclastic density currents at Tungurahua volcano, Ecuador. Bulletin of Volcanology, Cham, v. 75, n. 11, p. 765, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00445-013-0765-7>.

FUCK, R. A.; MARINI, O. J.; TREIN, E. A Formação Guaratubinha. Boletim Paranaense de Geociências, v. 23-25, p. 237-256, 1967. Disponível em: http://bpgbrasil.com.br/23_24_25_1967/8.pdf.

SIGA JÚNIOR, O. Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal. 1995. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/4/44134/tde-05112013-093542/pt-br.php>.

SIGA JÚNIOR, O.; BASEI, M. A. S.; SATO, K.; CORDANI, U. G.; CITRONI, S. U-Pb and Sm-Nd

isotopic studies of Campo Alegre and Guaratubinha volcanosedimentary basins, southern region. Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, v. 31, 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/d9c54f17-777d-4729-a6eb-e8b387e384ab/1106560.pdf>.

TEIXEIRA, A. L.; GAUCHER, C.; PAIM, P. S. G.; FONSECA, M. M.; PARENTE, C. V.; SILVA FILHO, W. F.; ALMEIDA, A. R. Bacias do estágio da transição da Plataforma Sul-Americana. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. de. (org.). Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 487-536.