

## CARACTERIZAÇÃO ESPELEOLÓGICA DE CAVERNA BASÁLTICA: NOTAS PRELIMINARES DA CAVERNA DO PAU OCO NO MUNICÍPIO DE ENEAS MARQUES – PR

*Angelo Spoladore<sup>1</sup>; Karine Bueno Vargas<sup>2</sup>; Claudio Loes<sup>3</sup>; Lucas Bernal Maia<sup>4</sup>; Silvio Brandini Neto; Emerson Henrique Macedo da Silva<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> Geólogo e Pós Doutor em Geociências pela UNESP - Rio Claro, <sup>2</sup> Geógrafa, Mestre e Doutora em Geografia pela UEM; Docentes do curso de geografia da Universidade Estadual de Londrina<sup>1, 2</sup>; Especialista em Educação ambiental pela Unipar<sup>3</sup>; Discentes do curso de geografia da Universidade Estadual de Londrina<sup>4,5,6</sup>.

### RESUMO

A caverna do Pau Oco localiza-se no município de Eneas Marques, no sudoeste do Paraná, sendo margeada pelo rio das Antas. A presente cavidade foi formada pelos derrames vulcânicos da província magmática Serra Geral, que teve o seu ápice durante o Mesosóico. A fim de reconhecer as cavidades que até então eram raras no Brasil, uma comissão científica se deslocou ao sudoeste do Paraná para identificação a campo, e o resultado desse trabalho deu origem ao presente artigo e uma série de produções que virão, já que a região é objeto de uma pesquisa de extensão, desenvolvida pelo departamento de geociências da Universidade Estadual de Londrina. Visando divulgar as descobertas e o projeto pioneiro na região, o presente artigo tem como objetivo caracterizar a Caverna do Pau Oco, que foi a primeira a ser identificada na região, e discutir o seu significado geológico, geomorfológico e espeleológico em caráter preliminar. A metodologia do presente trabalho constitui-se em revisão bibliográfica e visita in loco na área da caverna, observando-se detalhadamente o seu interior e entorno, e utilizando técnicas de prospecção em campo com instrumentação específica. Observou-se que a caverna apresenta uma morfologia cárstica em estágio de desenvolvimento, e que a sua estruturação geológica muito pode nos dizer sobre sua evolução.

**PALAVRAS-CHAVE:** Espeleologia; Sudoeste do Paraná; Geologia do Paraná; Cavernas de Basalto; Rio das Antas.

### 1 INTRODUÇÃO

Até pouco tempo atrás nunca havia se falado no Brasil sobre a presença de cavernas de origem vulcânicas, provindas de rochas como os basaltos e os riolitos, as quais, são muito comuns em outras partes do mundo. De acordo com Tratz et al. (2016), as cavernas vulcânicas resultantes do esvaziamento de tubos de lava caracterizam o segundo tipo mais comum de cavernas na Terra, e estas atraem turistas pela morfologia curiosa e pesquisadores que seguem atrás de registros arqueológicos, espécies endêmicas, configuração geomorfológica e respostas para o modelo de colocação e espalhamento da lava em superfície a partir de aparelhos vulcânicos.

Para surpresa dos espeleólogos (especialistas em caverna), no ano de 1991, tivemos o reconhecimento da primeira caverna em basalto do Brasil, localizada na cidade de Tupaciguara, Fazenda Bela Vista, Estado de Minas Gerais (CNC, 2017). Seguidamente outras descobertas aconteceram no estado do Paraná, uma delas foi na cidade de Mandaguari em 2005, norte do Paraná, a denominada Caverna do Cambota (Spoladore, 2005), seguida da Caverna Casa de Pedra em Palmital na região central do estado (Waichel et al., 2013), e por último em 2016, a Caverna do Pau Oco em Eneas Marques, sudoeste do Paraná, seguida de outras cavidades nesta região, as quais estão sendo ainda pesquisadas.

A identificação da Caverna do Pau Oco, se deu por um morador da região, o qual contactou o espeleologista mais próximo à área, sendo este, o professor Angelo Spoladore do departamento de geociências da Universidade Estadual de Londrina, o qual prontamente mobilizou sua equipe para o reconhecimento da área.

O presente artigo é fruto deste trabalho de campo de reconhecimento de espeleotemas na região sudoeste do Paraná, o qual possibilitou o levantamento de mais cavidades sobre rochas



basálticas, mas nesse momento vamos caracterizar a caverna do Pau Oco, sendo este o objetivo geral desta pesquisa, que possui caractere preliminar e inédito.

Muito ainda se tem a estudar sobre estas estruturas que eram passadas despercebidas pela população local, mas que possuem um significado geológico importantíssimo, sendo estas geralmente produzidas em tubos/dutos de lavas. No processo de formação destas cavernas a lava proveniente de grandes derrames tem a superfície resfriada em contato com o ar, formando carapaças tubulares por onde o magma continua a escoar, e estes quando drenados, formam os tubos de lava, inclusive com formação de estalactites de lava, e quanto maior o derrame, maior o número canais secundários (tubinhos) dentro dessas cavernas (LIMA *et. al.* 2017).

Diante da importância destas cavidades no contexto geológico e na história evolutiva do planeta, sentiu-se a necessidade de realizar um projeto de extensão na região, para aproximar moradores dos pesquisadores envolvidos, para que em força conjunta, consigam preservar estas cavidades e ainda utiliza-las como potencial para o turismo. A região que vai se estudada possui um grande potencial a ser aproveitado para a prática do ecoturismo, e observa-se que nas áreas rurais existem muitas áreas com vegetação nativa preservada, e os rios inseridos no Terceiro Planalto Paranaense formam diversas cachoeiras, corredeiras e saltos, que em conjunto com a vegetação e o relevo da área, resulta sempre em belas paisagens. Este potencial pode tanto ser aproveitado para simples lazer, quanto trilhas ou para a prática de esportes diversos, além disso, as características físicas da paisagem podem ser exploradas para o turismo científico, em que escolas e universidades possam visitar para reconhecer na prática a dinamicidade da natureza.

As cavidades encontradas até o momento, estão quase sempre desenvolvidas em paredes rochosas compostas pelas diferentes rochas aflorantes, e as cavernas apresentam ornamentos diversos tais como as espeleogens ou ainda ornamentos de pequeno porte. E as grutas e abrigos se caracterizam, não somente pela sua beleza singular, mas também pelo ambiente que as circundam, e geralmente estão localizadas próximas à rios, córregos e quedas d'água e escondidas em meio à vegetação nativa.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa iniciou com revisão bibliográfica, acerca do material já produzido no sudoeste do Paraná sobre geologia, geomorfologia e geografia física geral, fazendo um apanhado das bases cartográficas já existentes, mas vale salientar, que está região ainda é pouco estudada, havendo pontuais trabalhos de cunho regional na área física e de espeleologia são inexistentes.

Seguidamente foi realizado trabalho de campo para reconhecimento da área, onde foi realizado o mapeamento preliminar (croqui) e coleta de informações, a qual contou com instrumentação específica. Para o mapeamento interno das grutas foi utilizado Bússola Brunton, GPS, trenas métricas e clinômetro, contando ainda com a participação de alunos do curso de Geografia da Universidade Estadual de Londrina que auxiliaram no levantamento dos dados. Pós campo os dados foram analisados em gabinete, sendo construído um croqui base do desenho interno das grutas, sendo este posteriormente digitalizado no software *Corel Draw X5*. E as informações anotadas juntamente com os registros fotográficos, foram transcritos, contribuindo na finalização da caracterização espeleológica.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**



### 3.1. A BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ E A FORMAÇÃO SERRA GERAL

De acordo MINEROPAR (2013), a Bacia do Paraná está localizada na porção centro-oriental da América do Sul cobrindo uma superfície de aproximadamente  $1,7 \times 10^6 \text{ km}^2$ , com  $1,1 \times 10^6 \text{ km}^2$  no Brasil;  $4 \times 10^5 \text{ km}^2$  na Argentina;  $1 \times 10^5 \text{ km}^2$  no Paraguai; e  $1 \times 10^5 \text{ km}^2$  no Uruguai (MILANI, 1997). Dentro do território brasileiro, a sua área aflorante estende-se do sul de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. No eixo meridional estende das fronteiras do Paraguai e Argentina até a costa do Atlântico. Pedreira *et al.* (2003) a classificam como depressão da Bacia do Paraná marginal com transição para depressão interior, devido à obstrução da margem aberta (MINEROPAR, 2013). Com base em dados gravimétricos e magnetométricos, Milani (1997) identificou, no embasamento da bacia, uma estruturação em blocos de direção predominantemente NE-SW.

De acordo com Almeida (1981) e MINEROPAR (2013), a evolução da Bacia do Paraná ocorreu em quatro estágios. Os dois primeiros compreendem dois ciclos tectono sedimentares completos em uma bacia sinforme em processo de subsidência. Os dois últimos envolvem soerguimento e extrusão de grandes volumes de lava toleítica, intrusivas e diferenciados correspondentes. Os estágios desta evolução são os seguintes: Devoniano - Carbonífero Inferior; Carbonífero Inferior - Permiano Superior; Paleozóico Superior – Jurássico; Jurássico Superior - Cretáceo Inferior. O resultado desta evolução tectônica foi a bacia estruturada em mosaico, formado pelo cruzamento de três grupos principais de estruturas lineares, N45-65W, N50-70E e E-W.

Segundo MINEROPAR (2013) e Milani (1997) o registro sedimentar e magmático da Bacia Sedimentar do Paraná foi dividido em seis supersequências (Rio Ivaí, do Siluriano Inferior ao Ordoviciano; Paraná, do Devoniano; Gondwana I, do Carbonífero Superior ao Triássico; Gondwana II, do Triássico Médio a Superior; Gondwana III, representada pelo conjunto vulcano-sedimentar Botucatu-Serra Geral; Bauru, depositado em discordância erosiva sobre as rochas vulcânicas da Supersequência Gondwana III durante o intervalo do Cretáceo Superior ao Cretáceo Superior).

De acordo com Mineropar (2013), no território paranaense, a Bacia Sedimentar do Paraná estende-se a leste até a chamada “Escarpa” Devoniana, e suas formações sedimentares atingem uma espessura de aproximadamente 5.800 metros e a cobertura vulcânica Mesozoica apresenta espessura máxima de 1.722 metros, totalizando aproximados 7.500 m de preenchimento da bacia, que é classificada como intracratônica estável do tipo I (ALMEIDA, 1980; ASMUZ e BAISCH, 1983) ou como relativamente instável do tipo 2 A (KLEMME, 1980; FÚLFARO *et al.*, 1982).

O magmatismo Mesozóico que recobriu aproximadamente 75% da Bacia Sedimentar do Paraná, estendendo-se do sul de Goiás até o rio da Prata, no Uruguai, e penetrando, no sentido E-W, os territórios da Argentina e do Paraguai. No Paraná, o limite oriental da Formação Serra Geral é representado pela borda do Terceiro Planalto, cujos segmentos mais notáveis são a Serra da Esperança, também conhecida como Serra do Cadeado, na direção do Arco de Ponta Grossa.

Períodos de interrupção da sedimentação, associado ao rearranjo da morfologia da Bacia Sedimentar do Paraná favoreceram a deposição de areias eólicas da Formação Botucatu sobre as diversas unidades sedimentares precedentes, inclusive o embasamento (POMPEAU *et al.*, 1985). Apesar do contato entre as formações Botucatu e Serra Geral ser uma não-conformidade, a conexão de arenitos eólicos e lavas, no intervalo estratigráfico de passagem, caracteriza-o como transicional (SCHERER, 2002). Já com relação ao arcabouço tectono-estrutural, a Bacia Sedimentar do Paraná foi instalada sobre uma área cratônica, bordejando os cinturões colisionais e bacias de antepaís.

Sofreu ainda uma subsidência forte e acelerada, por conta da dissipação da tensão tectônica ao longo de zonas de fraqueza na placa. E mais da metade de toda subsidência se deveu à carga isostática das pilhas sedimentar e magmática. Por consequência, o arco de Ponta Grossa se formou



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

por subsidência das suas zonas de charneira, em consequência da pressão isostática diferencial (MINEROPAR, 2013).

Soares *et al.* (1982), Zalán *et al.* (1987), Jerram e Widdowson (2005), admitem que as linhas de fraqueza pré-existentes no embasamento de uma bacia constituem os elementos mais importantes na sua evolução, controle este confirmado por vários estudos tectono-estratigráficos recentes (MINEROPAR, 2013). Quando reativados durante as fases tectônicas posteriores, os lineamentos pré-existentes controlam e determinam a direção geral dos falhamentos subsequentes.

A compartimentação da Bacia do Paraná acentuou-se fortemente a partir do Permo-Triássico. O levantamento de faixas ativas nesta época como a dos Andes meridionais, causou severas restrições às bacias gondwânicas. Algumas áreas compreendidas entre os alinhamentos manifestaram tendências positivas, em especial as compreendidas entre os alinhamentos dos rios Alonzo e Piquiri, isto é, sobre o Arco de Porta Grossa (TEIXEIRA, 1982). Esse soerguimento compartimentou a bacia em setores com diferentes razões de subsidência no Triássico-Jurássico.

Durante o Juro-Cretáceo, intenso vulcanismo afetou toda a região, tendo como uma das principais vias de extravasamento das lavas, as fraturas dos antigos *riftes* aulacogênicos do embasamento pré-siluriano, expressos na superfície pelos alinhamentos referidos (FÚLFARO *et al.*, 1982).

Os basaltos continentais são acompanhados por uma intensa atividade intrusiva, normalmente representada por soleiras e diques que acompanham, grosseiramente, as principais descontinuidades estruturais da bacia, estas relacionadas ao braço abortado da junção tríplice originada sobre o *hot spot* e que serviram como área alimentadora do magmatismo. O sistema dominante tem direção NW, transversal ao eixo maior da bacia, estando representado por arcos, e por alinhamentos tectônicos e/ou magmáticos (FERREIRA, 1982), cuja formação provavelmente iniciou-se no Devoniano e teve seu desenvolvimento máximo no Triássico-Jurássico (FÚLFARO *et al.*, 1982).

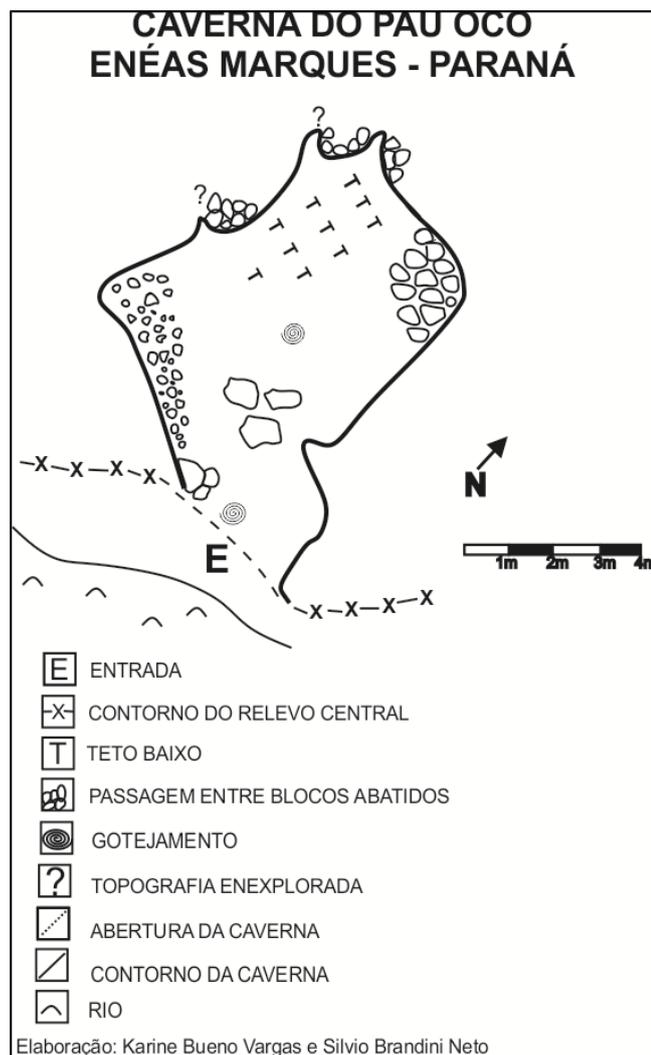
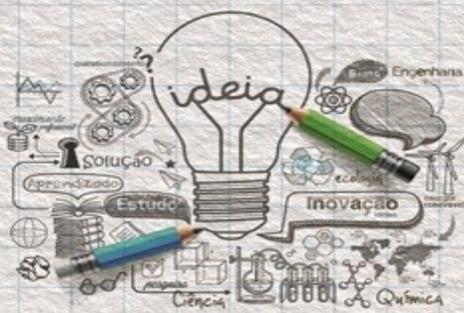
Alguns dos elementos tectono-magmáticos mais significativos do magmatismo Serra Geral estão conectados a um sistema de junção tríplice, com o estabelecimento de um sistema do tipo rifte-rifte-rifte (MORGAN, 1971; REZENDE, 1972), responsável por processos distensivos e de *rifteamento* sintracratônicos (DECKART *et al.*, 1998). Estes sistemas de falhamentos constituem estruturas profundas que serviram como dutos para enxames de diques alimentadores do sistema fissural responsável pelo vulcanismo, de direção NW-SE, pelos enxames de diques NE-SW, paralelos à costa, correspondentes à direção de abertura do Atlântico, e pela intrusão de um grande volume de soleiras. Uma das estruturas mais significativas ligadas a este sistema são os arcos de Ponta Grossa, que forma um claro alto gravimétrico com cerca de 600 km de extensão (VIDOTTI *et al.*, 1998).

A Formação Serra Geral foi dividida em três domínios: Subprovíncias Setentrional, Central e Meridional (BELLIENI *et al.*, 1984). Essa divisão é definida por duas lineações principais que cortam a Bacia do Paraná ao longo dos rios Uruguai e Piquiri de direção NW-SE.

Dados gravimétricos sublinham esta evidência, sustentando a hipótese de que o magma picrítico alojou-se na crosta inferior como soleiras e diferenciado em cumulados ultramáficos e basaltos pobres em MgO, antes de extravasar como um magma básico. Esses dados mostram que ao menos 10 km da crosta inferior sofreu um incremento de densidade de mais de 0,10 g/cm<sup>3</sup> durante o episódio tectonomagmático que produziu o magmatismo da Formação Serra Geral (MINEROPAR, 2013).

Este modelo petrológico é consistente com a evolução tectônica da bacia, isto é, a subsidência termal que poderia ser esperada como consequência de tão grande processo vulcânico foi contrabalançada por obducção de material do manto. A mesma explicação foi aplicada às principais feições dos derrames vulcânicos de Karoo e Etiópia, no continente africano (WILDNER *et al.*, 2006). Com relação aos dados geocronológicos disponíveis sobre a Formação Serra Geral, Corrêa e Pereira (2005) corroboram constatações pioneiras de Fodor *et al.* (1985) (140





**Figura 2 – Croqui da Caverna do Pau Oco**

A caverna não apresenta aparentemente ornamentos, mas como uma visão mais cuidadosa revela (Figura 3 e 4) pequenos eslatactites e crostas (semelhates “pipocas”) de ferro. As paredes que limitam a caverna além de retilíneas, apresentam vários indícios de que estavam se quebrando, assim como o teto logo de toda sua extensão.

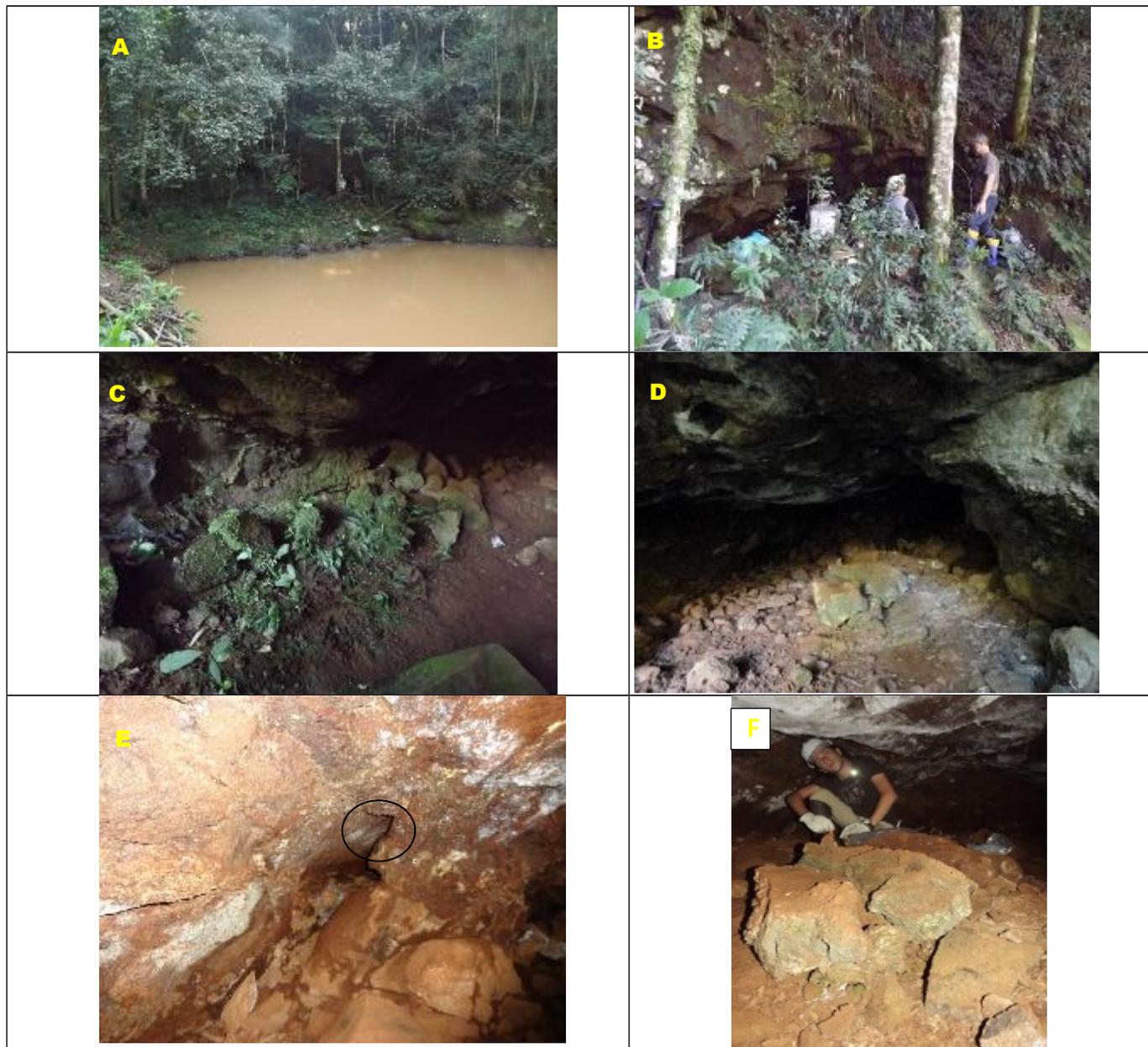
Dentre os objetos existentes na parte interna da cavidade chama à atenção a quantidade de amigadas e vesículas. Tais estruturas podem ser preenchidas ou não com quartzo branco e zeolitas, todavia o quarto é mais frequente estando presente também preenchendo fraturas (Figuras 3 e 4). Por vezes tais estruturas não estão preenchidas gerando verdadeiros bolsões vulcanocláticos.



**X**  
**EPCC**

Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

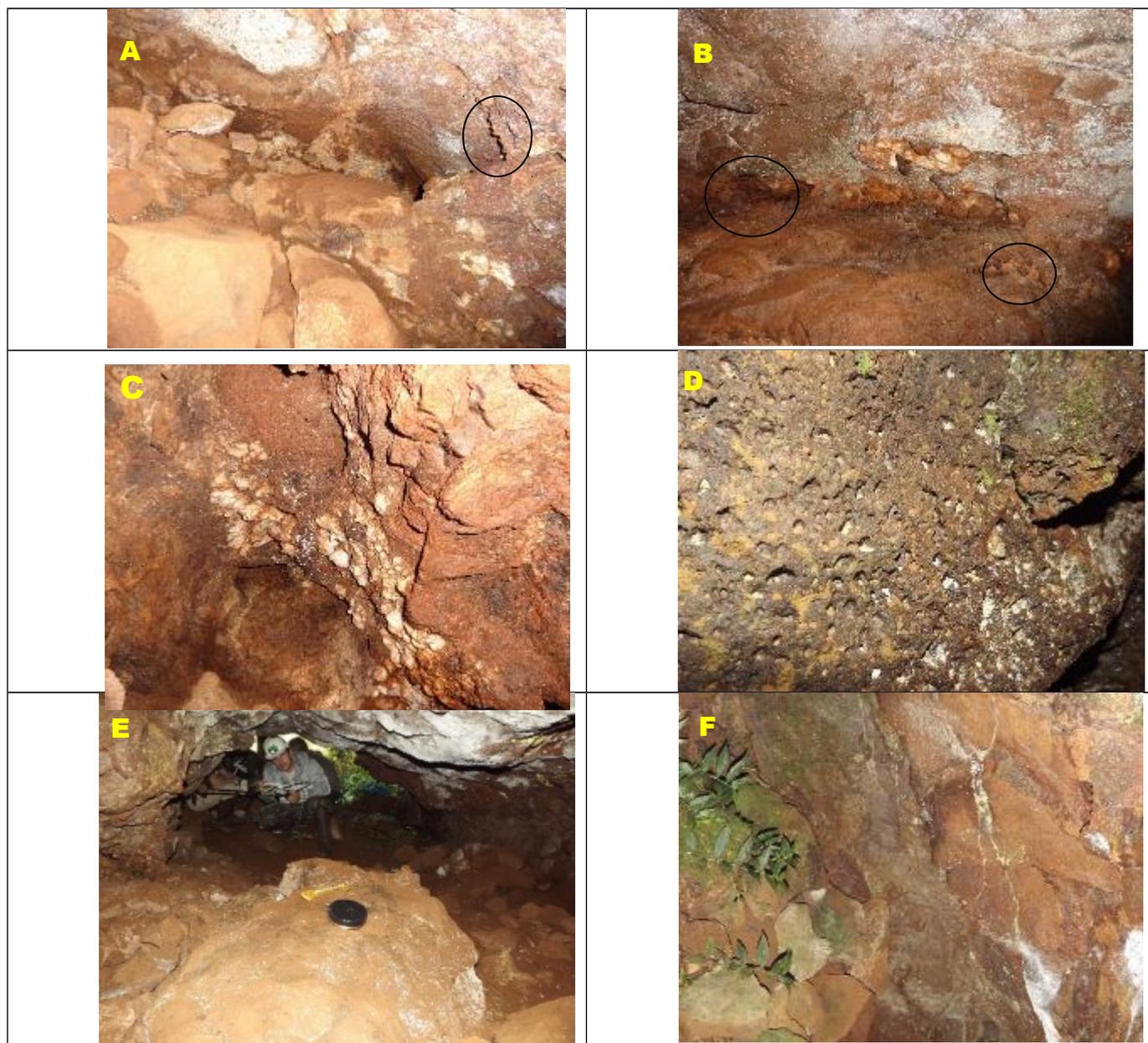
ISBN 978-85-459-0773-2



**Figura 3:** A caverna do Pau Oco de vários ângulos

**Legenda:** A) O meio externo no qual o abrigo do Pau Oco se encontra; B) Mais próximo da entrada da cavidade; C) Detalhe da parede da cavidade estando marcado espeleotema. D) Observa-se grande quantidade de blocos abatidos no chão; E - F) O interior do abrigo do Pau Oco – Fotos: Angelo Spoladore (2015)

Tal hipótese nos dá a ideia da gênese da cavidade. Acredita-se que a caverna teria se originado a partir de um bolsão vulcanoclásticos, ou seja, ela já estaria aberta quando chegou à superfície. E os blocos abatidos que vimos no interior da caverna, muito nos podem dizer ao desenvolvimento da cavidade.



**Figura 4:** Características espeleológicas/geológicas da caverna do Pau Oco

**Legenda:** A) Bloco abatidos com espeleotema; B) Veio de quartzo com espeleotemas; C) Fratura com quartzo cristalizado; D) Estruturas não preenchida; E) Veio de quartzo em meio a rochas com vesículas; F) Quartzo preenchendo fraturas - Fotos: Angelo Spoladore (2016).

Dentre os locais às margens do ribeirão das Antas destaca-se o salto das Antas, e este trata-se de cachoeira com aproximadamente 13 metros de altura por onde caem as águas do ribeirão das Antas rumo a um patamar mais baixo. A cachoeira pode ter tido origem em um dique de diabásio, porém ainda não foi confirmamos essa hipótese uma vez uma rocha que esta situada antes e depois da cachoeira é basalto.

Nas cachoeiras de basalto é fácil caracterizar erosão regressiva. No salto das Antas é possível visualizar uma série de erosões indicando que a referida queda d'água já sofreu esse fenômeno e vem sofrendo novas erosões. Não foram achados caldeirões nem marmitas associadas ao salto das Antas.



**X**  
**EPCC**

Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2



**Figura 5:** Salto das Antas

A – Vista de cima da Cachoeira revelando um vale bem encaixado sobre rochas vulcânicas; B- Visão Lateral das quedas da cachoeira; C-D Visão frontal da Cachoeira e a estruturação dos basaltos da Formação Serra Geral.

Fotos: Angelo Spoladore (2016)

De acordo com Fortes et al. (2008) o escalonamento estrutural do relevo na província magmática Serra Geral permite o desenvolvimento de inúmeras quedas d'água, vinculados aos níveis de derrames dos basaltos e as estruturas horizontais do basalto possibilitam o desenvolvimento de cachoeiras em degraus, cujo topo é constituído por basalto que se apresentam em disjunção colunares na maioria das vezes.

#### 4. CONCLUSÃO

Como vimos, a toca do Pau Oco é uma cavidade que desenvolveu nos litotipos basálticos da Formação Serra Geral, Bacia Sedimentar do Paraná, às margens do ribeirão das Antas município de Eneias Marques. É uma cavidade que apresenta pouco desenvolvimento sendo extremamente baixa em altura. Em seu interior predomina blocos abatidos. Foram avistados em seu interior espeleotemas (estalactite e estalagmites) em suas paredes, as quais encontra-se em estágio evolutivo.

Quanto à tectônica, a Caverna do Pau Oco se desenvolveu controlada por fraturas e juntas que se apresentam preenchidas por quartzo. Também caracterizou-se zeólitas em sua porção mais porosa. Tais fatos nos leva a crer que esta cavidade se desenvolveu em bolsão vulcanoclástico.

Maiores estudos certamente serão necessários, uma vez que mais e mais cavernas estão sendo descobertas na região enfocada. E ainda as cachoeiras associadas a estas cavernas necessitam ser melhor compreendidas, já que as morfoestruturas podem estar associadas no



desenvolvimento de ambas, pois identificou-se que o Salto das Antas possui um forte controle estrutural.

Ainda espera-se com esse trabalho divulgar os espeleotemas estudados no sudoeste do Paraná, juntamente com suas belezas cênicas, as cachoeiras, com o intuito de incentivar um turismo de forma sustentável na região, que muito pode agregar a economia dos municípios e ainda, incentivar a população a preservar seus recursos naturais de uma forma conservacionista.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. **Tectônica da bacia do Paraná no Brasil**. São Paulo: Paulipetro, 1980, 187 p. (Relatório IPT no 14.091).

ALMEIDA, F. F. M. **Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná**. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, 1998, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1981.v. 1, p.1-20.

ASMUS, H. E.; BAISCH, P. R. Geological evolution of the Brazilian continentalmargin. **Episodes**, v. 4, p. 3-9. 1983.

BELLIENI, G.; BROTZU, P.; COMIN-CHIARAMONTI M.; ERNESTO, A.; MELFI, I. G.; PACCA E.; PICCIRILLO. M. Flood basalt to rhyolite suites in the southern Paraná plateau (Brazil): paleomagnetism, petrogenesis and geodynamic implications. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 25, p. 579-618, 1984.

CNC - Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/cnc/> acesso 02/08/17.

CORRÊA, L. M. S. A.; PEREIRA, E. **Estudo da distribuição das intrusões mesozóicas e sua relação com os sistemas petrolíferos da Bacia do Paraná**. In: SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 3., 2005, Cabo Frio. **Atas...** Cabo Frio: SBG, 2005.

DECKART, K.; FÉRAUD, G.; MARQUES, L.S.; BERTRAND, H. New time constraints on dyke swarms related to the Paraná-Etendeka magmatic province, and subsequent South Atlantic opening, southeastern Brazil. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, Amsterdam, v. 80, n. 1-2, p. 67-83, 1998.

FERREIRA, F. J. F. **Alinhamentos Estruturais-Magnéticos da Região Centro Oriental da Bacia do Paraná e seu Significado Tectônico**. São Paulo: IPT, p. 143-166, 1982.

FODOR, R. V.; CORVIN, C.; ROISENBERG, A. Petrology of Serra Geral (Paraná) continental flood basalts, southern Brazil: crustal contamination, source material, and South Atlantic magnetism. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 91, p. 54-65, 1985.

FORTES, E.; CAVALINI, A.; VOLKMER, S.; MANIERI, D. D.; SANTOS, F. R. **Controles Morfoestruturais da Compartimentação da Serra Geral: Uma Abordagem Preliminar**. *Terr@Plural*, Ponta Grossa, 2 (2): 279-292, jul./dez., 2008.

FÚLFARO, V. J.; SAAD, A. R.; SANTOS, M. V.; VIANNA, R. B. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 12, n. 4, p. 590-610, 1982.



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

JERRAM, D. A.; WIDDOWSON, M. The anatomy of continental flood basalt provinces: geological constraints on the processes and products of flood volcanism. **Lithos**, Amsterdam, v. 79, n. 3-4, p. 385-405, 2005.

KLEMME, H. D. Petroleum basins: classification and characteristics. **Journal of Petroleum Geology, Beaconsville**, UK, v. 3, n. 2, p. 187-207, 1980.

LIMA, E. F. ; LIMA, E. F. ; PHILIPP, R. P. ; RIZZON, G. C. ; WAICHEL, B. L. ; ROSETTI., L.M.M. . **Sucessões Vulcânicas e Modelo de Alimentação e Geração de Domos de Lava Ácidos da Formação Serra Geral na Região de São Marcos Antonio Prado (RS)**. Geologia USP. Série Científica, v. 12, p. 49-64, 2012.

LIMA, E. A. de; Mathias, R. M.; Pietrobelle, G. Caracterização da Caverna Racho das Três Meninas, Boa Ventura de São Roque (PR). Disponível em: <http://repositorio.unicentro.br/bitstream/123456789/411/1/PIETROBELLI%2C%20G.%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20das%20cavernas%20Rancho%20das%20Tr%C3%AAs%20Meninas.pdf> acessado em 02/08/17.

MILANI, E. J. **Evolução tectôno-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do gondwana sul-ocidental**. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1997. 255f.

MINERAIS DO PARANÁ S. A. **Grupo Serra Geral no Estado do Paraná. Mapeamento geológico em escala 1:250 000 de Guaíra, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia**. Volume 1 – Texto. Curitiba, 2013.

MORGAN, W. J. Convection plumes in the lower mantle. **Nature**, v. 230, p. 41-43, 1971.

PEDREIRA, A. J.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. **Bacias sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas brasileiras**. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Ed.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Brasília: CPRM, 692 p., 2003.

POMPEAU, G.; SOLIANI JR., E.; KAWASHITA, K.; BAITELLI, R.; BERBERT, M.; CESAR, M. F. **Um perfil geocronológico (K/Ar – traços de fissão) leste-oeste no Escudo Sul-riograndense**. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2., 1985, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBG, p. 219-237, 1985.

RENNE P, ERNESTO M, PACCA I, COE R, GLEN J, PREVOT M AND PERRIN M. The age of Paraná flood volcanism, rifting of Gondwanaland, and the Jurassic-Cretaceous boundary. **Science**. 258: 975-979. 1992.

REZENDE, W. M. **Post Paleozoic geotectonics of South America related to plate tectonics and continental drift**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. Anais... Belém: SBG, v. 3, p. 205-210, 1972.

SCHERER, C. M. Preservation of a eolian genetic units by lava flows in the Lower Cretaceous of the Paraná basin, Southern Brazil. **Sedimentology**, Oxford, v. 49, n.1, p. 97-116, 2002.



**X**  
**EPCC**

Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

SOARES, P.C.; BARCELLOS, P.E.; CSORDAS, S.M.; MATTOS, J.T.; BALIEIRO, M.G.; MENESES, P.R. **Lineamentos em imagens Landsat e Radar e suas implicações ao conhecimento tectônico da bacia do Paraná.** In: SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2, 1982, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: INPE, v.2, p. 143-156, 1982.

SPOLADORE, A. **Novas Cavernas em Arenito no Estado Do Paraná.** Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Espeleologia/ Sociedade Brasileira de Espeleologia. Campinas SP, 07 a 10 de julho de 2005.

TRATZ, E. ; SILVA, W.B. ; WAICHEL, B.L. ; CASTRO, R.A. **Tubos de lava da região central do Paraná: configuração geológica e geomorfológica.** Simpósio Nacional de Geomorfologia. Anais...Maringá, 2016. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/1/1-398-1737.html>  
TEIXEIRA, W. **Projeto RADAM-BRASIL: Folhas SH.22/Porto Alegre, SI.22/Lagoa Mirim e SH.21/Uruguaiana.** Interpretação de dados radiométricos e evolução geocronológica. Florianópolis: DNPM, 1982.

TURNER, S. Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  geochronology. **Earth and Planetary Science Letters.** Amsterdam, v.121, n. 3-4, p.333-348, 1994.

VIDOTTI, R. M.; EBINGER, C. J.; FAIRHEAD, J. D. Gravity signature of the western Paraná basin, Brazil. **Earth and Planetary Science Letters,** Amsterdam, v. 159, n. 3-4, p. 117-132, 1998.

WAICHEL, B. L.; TRATZ, E. B.; PIETROBELLI, G.; JERRAM, D. A.; CALIXTO, G. R. BACHA, R. R.; TOMAZZOLLI, E. R.; SILVA, W. B. Lava tubes from the Paraná-Etendeka Continental Flood Basalt Province: Morphology and importance to emplacement models. **Journal of South American Earth Sciences** 48 (2013) 255-261.

WILDNER, W.; ARIOLI, E. E. Aspectos gerais da área. In: WILDNER, W.; BRITO, R. S. C.; LICHT, O. A. B.; ARIOLI, E. E. **Geologia e Recursos Minerais do Sudoeste do Paraná.** Brasília: CPRM, 2006. p. 6-8. Convênio CPRM/ MINEROPAR.

ZALÁN, P. V.; Wolff, S.; Conceição, J. C. J.; [Zanotto](#) L. O. A. **Tectônica e sedimentação da bacia do Paraná.** In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, 1987, Curitiba. Atas... Curitiba: SBG, v. 1, p. 441-477, 1987.